



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

## **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

Tutor: Arturo Resano Lázaro

Pamplona, 9 de septiembre de 2011

## ÍNDICE

1.1	AUTOR DEL PROYECTO .....	2
1.2	OBJETIVO DEL PROYECTO .....	2
1.3	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA .....	2
1.4	ANTECEDENTES .....	4
1.5	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	5
1.6	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. SOLUCIÓN ADOPTADA .....	6
1.6.1	TIPOLOGÍA ADOPTADA .....	6
1.6.2	TRAZADO .....	6
1.6.3	SECCIÓN .....	8
1.6.4	PROFUNDIDAD DEL TÚNEL .....	9
1.6.5	MÉTODO CONSTRUCTIVO .....	10
1.7	USOS DEL TÚNEL .....	11
1.8	PROBLEMA CON EL NIVEL FREÁTICO .....	12
1.9	MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	13
1.9.1	MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ELEMENTOS RESISTENTES .....	13
1.9.2	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	13
1.9.3	CIMENTACIONES .....	14
1.9.4	ESTRUCTURA .....	15
1.9.5	SOLERA .....	17
1.9.6	SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN DRENAJE .....	17
1.10	INSTALACIONES .....	19
1.10.1	INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD Y ALUMBRADO .....	19
1.10.2	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....	19
1.10.3	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	20
1.11	ETAPAS Y PLAZOS DE EJECUCIÓN .....	21
1.12	PROGRAMA INFORMÁTICO DE CÁLCULO (CYPE) .....	22
1.13	DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO .....	23
1.14	VALORACIÓN ECONÓMICA .....	23
2	ANEXO 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO .....	25
2.1	DATOS BÁSICOS. ANTECEDENTES: .....	25
2.2	TRABAJOS REALIZADOS: .....	26
2.2.1	RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS: .....	26
2.2.2	EQUIPOS UTILIZADOS: .....	26
2.2.3	ALCANCE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS: .....	26
2.3	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA: .....	27
2.4	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES: .....	28
2.4.1	PERFIL GEOTÉCNICO SIMPLIFICADO: .....	28
2.4.1.1	Capa 1: Rellenos antrópicos: .....	28
2.4.1.2	Capa 2: Arcillas arenosas marrones: .....	28
2.4.1.3	Capa 3: Gravas, arenas y arcillas: .....	29
2.4.1.4	Capa 4: Marga meteorizada: .....	29
2.4.1.5	Capa 5: Marga gris: .....	30
2.4.2	PRESENCIA DE AGUA EN EL TERRENO: .....	30
2.5	CONSIDERACIONES GENERALES DE CIMENTACIÓN: .....	30
2.6	SONDEOS MECÁNICOS. PERFILES LITOLÓGICOS: .....	32
2.7	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA: .....	38
2.7.1	ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH P1: .....	38
2.7.2	ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH P2: .....	39

## **1.1 AUTOR DEL PROYECTO**

El autor del presente proyecto es Javier Ayábar Jiménez, estudiante de Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica de la Universidad Pública de Navarra.

Este proyecto se redacta como ejercicio académico para finalizar los estudios realizados. El presente proyecto ha sido redactado de acuerdo con la normativa vigente en nuestra escuela sobre proyectos y trabajos de fin de carrera. Con la elección de este proyecto se ha podido poner en práctica los diferentes conocimientos adquiridos en los diferentes cursos y asignaturas. El proyecto ha sido guiado y supervisado por el profesor de la escuela D. Arturo Resano Lázaro.

## **1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO**

La redacción del presente proyecto pretende el diseño de un túnel subterráneo de hormigón armado dimensionando el mismo para soportar los esfuerzos a que está sometido.

Dicho túnel servirá para comunicar dos naves industriales de una planta de fabricación de automóviles, en el polígono industrial Landaben de Pamplona. Por él se transportarán carrocerías de vehículos desde la nave de chapistería a la de pintura.

La estructura sigue un trazado en “L”. La longitud medida en el centro del túnel es de 188 m. La profundidad de la losa por donde se transportarán las carrocerías respecto de la cota del terreno (402 m) es de 5,2 m.

Existen interferencias sobre la parcela en la que se llevará a cabo el proyecto, tales como una pista de pruebas de la propia empresa y el vial del ferrocarril (dos vías para mercancías y una para pasajeros) que se encuentran en el trazado del túnel. Las soluciones a estos problemas se explicaran con más detalle a lo largo del proyecto.

Se diseñará una sección rectangular suficiente para albergar el sistema de transporte de las carrocerías, las instalaciones y el espacio necesario para las labores de mantenimiento.

Con la construcción del túnel se conseguirá un mejor aprovechamiento de la parcela y una solución sencilla al problema de la interferencia con el ferrocarril mediante un paso inferior.

## **1.3 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA**

La planta consta de varias naves dedicadas a diferentes etapas del proceso de producción y montaje.

Actualmente las carrocerías que salen del taller de chapistería (taller T1) son conducidas mediante un puente al taller de pintura T2, en el que las carrocerías reciben tratamientos de desengrasado y cataforesis, que las protegen y hacen resistentes a las agresiones externas, con los que se facilita, además, la adherencia posterior de la pintura. A continuación y mediante otro puente las carrocerías se transportan a los talleres de pintura T2A y T2B donde se aplican masillas de sellado, el PVC, el color y por último la cera de protección de huecos completando así la segunda fase de pintado.

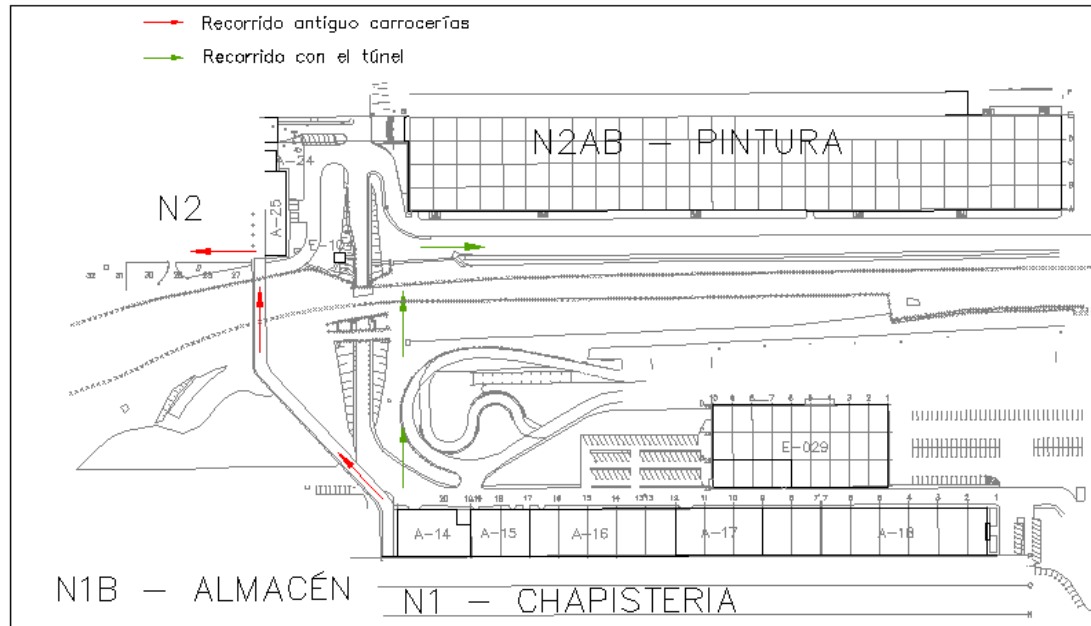


El túnel es necesario ya que la empresa pretende sustituir las instalaciones de desengrasado y cataforesis, ubicadas en la nave del taller T2 por otras nuevas ubicadas en una nueva nave anexa a las naves 2A y 2B.

La nueva nave que ahora se llamará TTS-KTL y en la que se aplicará los tratamientos previos al pintado de las carrocerías esta situada entre el taller T1 y los talleres T2A y T2B.

El túnel servirá para transportar las carrocerías de la nave T1 a la nueva nave TTS-KTL y salvar las vías del ferrocarril dejando así la parcela libre y poder aprovecharla en el futuro.

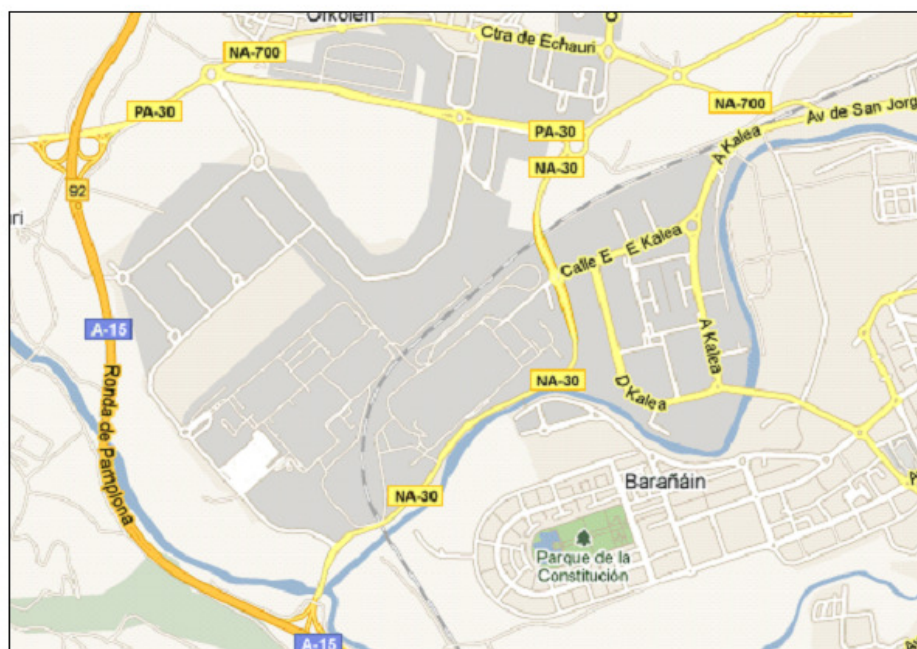




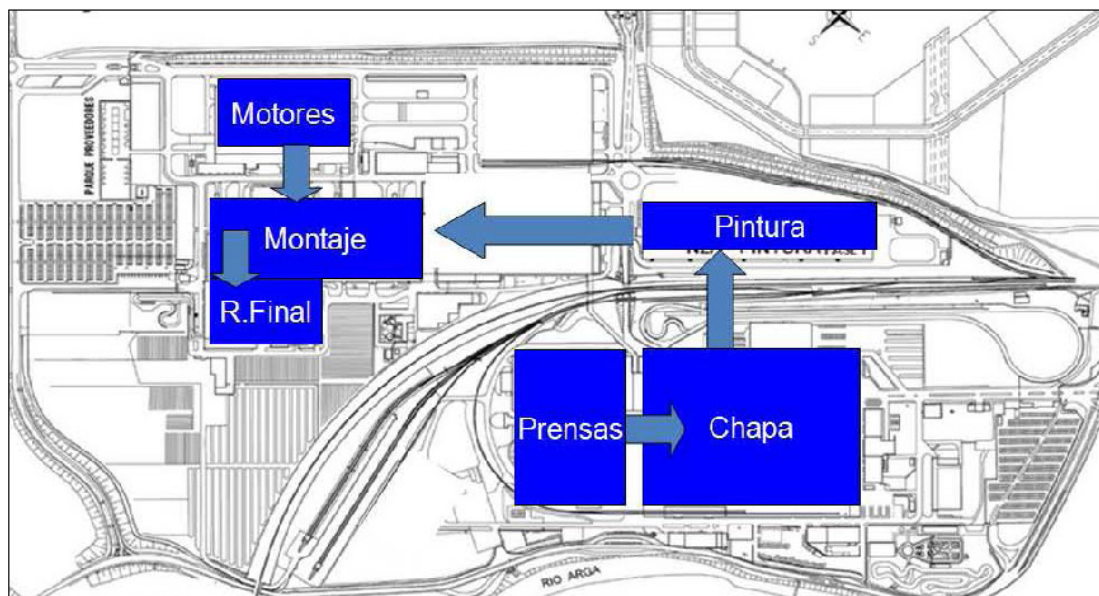
## 1.4 ANTECEDENTES

Al Oeste de Pamplona se sitúa el polígono Landaben, polígono en el que esta la planta de producción de automóviles. Sin embargo, dicha planta situada al Oeste del polígono, pertenece al concejo de Arazuri (Cendea de Olza).

La forma de la planta es sensiblemente rectangular, limitada al Este por el resto del polígono industrial, al Sur por el río Arga, al Oeste por terrenos de cultivo y al Norte por una topografía que va subiendo de cota.



La distribución de los edificios y talleres responde a un orden lógico en la cadena de producción y montaje, aunque interrumpido por la línea férrea Alsasua- Zaragoza que divide la instalación industrial en dos zonas.



El túnel comunica el taller de chapa, situado en la parcela 655 del municipio de Olza, con el taller de pintura, que pertenece a la parcela 603. Ambas parcelas propiedad de la empresa están divididas por el vial del ferrocarril del polígono.

La zona afectada que será excavada no supera los 200 m<sup>2</sup>.

Las parcelas descritas disponen actualmente de todos los servicios necesarios, por lo que es apta para desarrollar en ella el presente proyecto.

## 1.5 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

El proyecto está diseñado de acuerdo con la siguiente legislación vigente:

- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
  - DB-SE. Documento básico de seguridad estructural
  - DB-SE-AE. Documento básico de seguridad estructural de acciones en la edificación.
  - DB-SE-C. Documento básico de seguridad estructural en cimientos.

- Norma NCSE-02. Norma de construcción Sismorresistente.
- Instrucción de acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril (IAPF 2007).
- Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Ley 31/95 del 8 de Noviembre: Prevención de Riesgos Laborales.
- Norma Tecnológica de la Edificación, Recubrimiento de Suelos-Soleras (NTE-RSS).
- Real Decreto 2267/2004. Seguridad Contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 1027/2007. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 312/2005. Productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia al fuego.
- Plan Municipal Cendea de Olza.
- Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal (PSIS).
- Modificación del Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal (MPSIS).
- Normas Urbanísticas Comarcales de Pamplona (NUC).

## **1.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **1.6.1 TIPOLOGÍA ADOPTADA**

Se ha optado por la construcción de un túnel de hormigón armado, que es idóneo para soportar las cargas y empujes del terreno que lo recubre. La estructura estará formada por muros de hormigón armado con su cimentación mediante zapata corrida y una losa también de hormigón armado que cierra el túnel por la parte superior. Para la parte interna del túnel una solera de hormigón actuará como suelo por el que se transportarán las carrocerías. Se le dotará al túnel de 2 salidas de emergencia desde el interior del túnel hasta la cota del terreno.

### **1.6.2 TRAZADO**

Para la realización de este proyecto se valoraron varias alternativas. Una de ellas era la construcción de un puente que conectase las naves T1 y TTS-KTL. Esta solución requería que el puente tuviese una altura de 14 metros para que el obstáculo del ferrocarril quede salvado. Además limita el aprovechamiento de la parcela que se emplea para probar los automóviles en condiciones de lluvia ya que es necesaria la construcción de pilares.

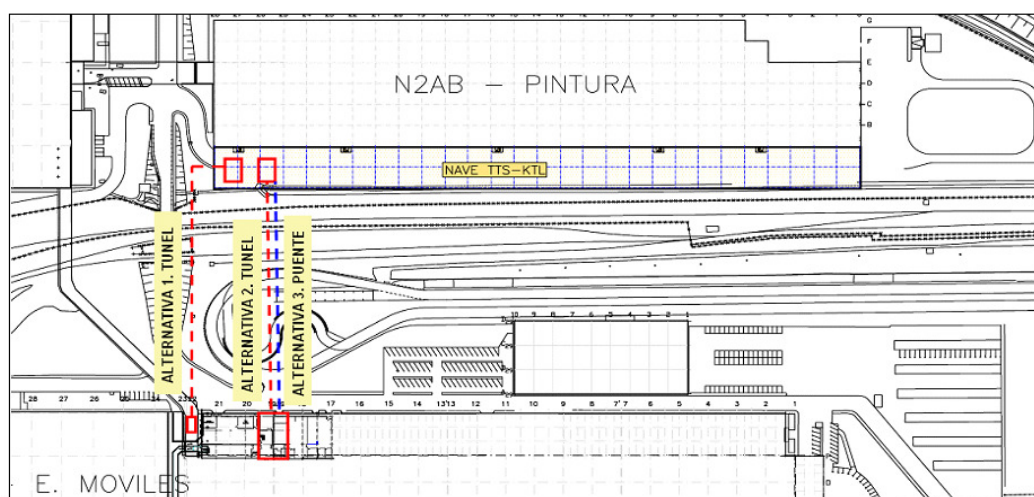
Así pues la opción más adecuada es la del túnel, aunque habrá que prestar especial atención en el drenaje del agua para evitar inundaciones y posibles averías que ocasionen paros en la producción.

El trazado final se pretende que sea el más económico cumpliendo siempre con su funcionalidad.

A priori el trazado idóneo es lógico, el camino más corto será el más barato, por lo tanto un tramo recto que conecte la salida de las carrocerías del taller de chapistería con la nueva nave TTS- KTL es la mejor solución.

Sin embargo si trazamos el túnel de esta manera nos encontramos con que una superficie de 360 m<sup>2</sup> de oficinas de la nave T1 interrumpe el camino, por lo que esta solución supondría un gasto extra en remodelar la superficie afectada.

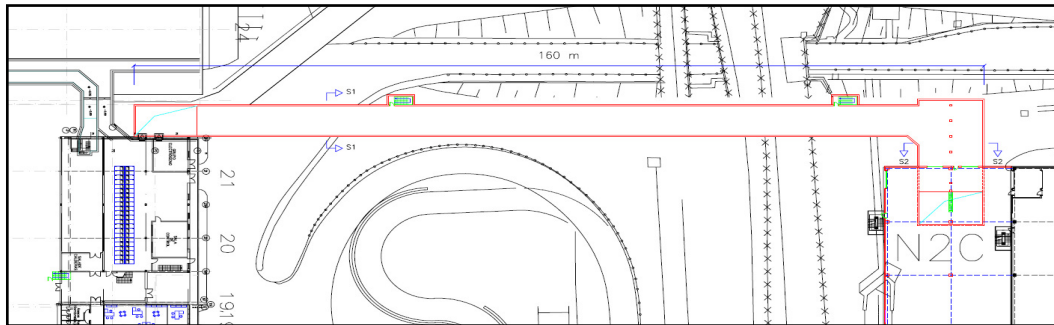
Otra opción sería desplazar el túnel unos metros y salvar así las oficinas a cambio de un trazado en “L” de unos metros más de longitud. A continuación un esquema de las alternativas citadas.



Resumiendo, la alternativa elegida es la 1 de la figura anterior.

Un plano en planta del trazado:





### 1.6.3 SECCIÓN

Respecto a la sección del túnel la elegida es la rectangular. Dado que la profundidad del túnel respecto de la superficie es pequeña, la sección rectangular permite que el método constructivo sea el “Cut and cover” (explicado a continuación), un método de construcción sencillo.

La sección debe de ser tal que permita que en el interior del túnel haya espacio para:

- Sistema de transporte de las carrocerías. Las carrocerías son transportadas mediante un sistema de patines. Este sistema forma un circuito cerrado, por lo tanto, por el túnel pasa un carril transportando las carrocerías (ida) y otro carril por el que regresa el sistema de transporte de carrocerías vacío (vuelta).



- Canalizaciones de las diferentes instalaciones necesarias para el funcionamiento del túnel. Es necesario un espacio en el que pasen los diferentes cables eléctricos para la instalación de baja tensión y de alumbrado, los

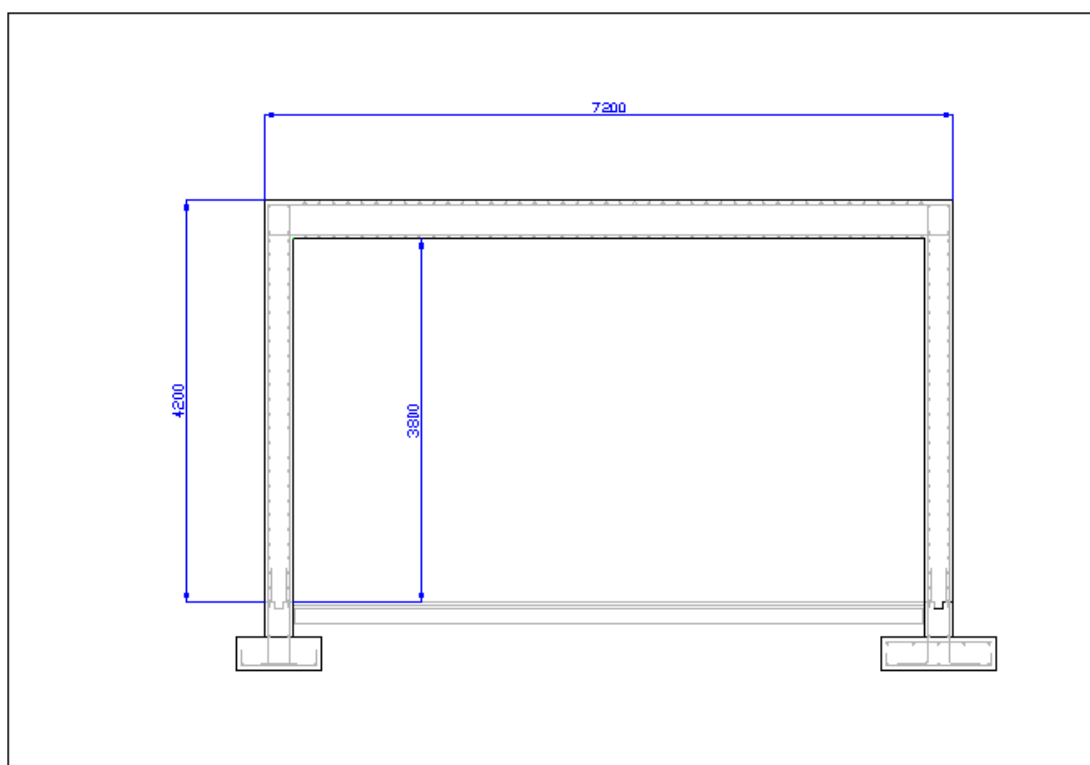


conductos de ventilación y las canalizaciones para la instalación de protección contra incendios.

-Labores de mantenimiento.

El túnel tiene diferentes secciones debido a que los muros y zapatas varían a lo largo del trazado. Las diferentes secciones están descritas en el documento “Planos”.

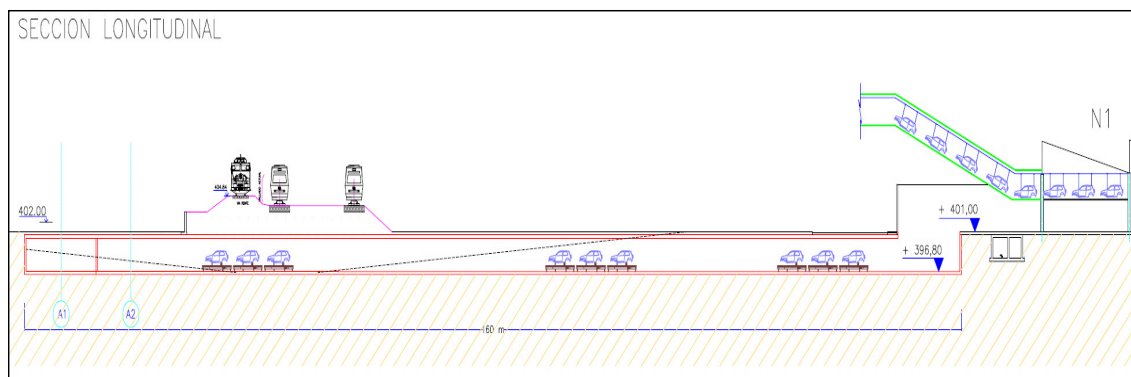
Un plano de una sección del túnel:



#### 1.6.4 PROFUNDIDAD DEL TÚNEL

Todo el túnel estará a la misma cota, es decir, no habrá pendiente a lo largo del trazado. Las carrocerías acceden y salen del túnel mediante un sistema de montacargas, sistema que queda fuera del presente proyecto. Las cotas previstas son las siguientes:

- Cota del terreno: 402 metros.
- Cota de la solera interior del túnel: 396,8 metros.
- Cota de la losa superior del túnel: 401 metros.
- Nivel freático: 398,3 metros.



### 1.6.5 MÉTODO CONSTRUCTIVO

El método empleado para la construcción del túnel es el “Cut and cover”. El método Cut and cover, que significaría "Cortar y cubrir" en español, es un método de construcción de para túneles superficiales donde se excava desde la superficie la totalidad o parte del hueco que ocupa el túnel, se construye el túnel dentro del hueco a cielo abierto y se cubre una vez terminado. Requiere un sistema de sostenimiento fuerte para soportar las cargas del material que cubre el túnel. Existen dos formas de realizar el cut and cover:

- Método “Bottom up”: Se excava a cielo abierto la totalidad del hueco ocupado por el túnel y se construye en el interior. El túnel puede ser de hormigón in situ, hormigón pretensado,...

- Método “Top down”: Requiere poca maquinaria especializada, apenas más de la utilizada en la construcción convencional de sótanos. En la superficie se ejecutan las paredes del túnel cavando una zanja que se hormigona para formar muros pantalla o una hilera de pilotes. Cuando las paredes están terminadas se ejecuta la losa superior, que se apoya en las paredes, excavando sólo el hueco que ocupa la losa y apoyándola durante su construcción contra el terreno. Cuando la losa y las paredes están terminadas, puede reconstruirse la superficie mientras continúan los trabajos en el interior del túnel. La tierra del interior del túnel no se extrae hasta esta fase, en la que como los elementos portantes del túnel están ya contruidos se puede excavar con retroexcavadoras. Cuando se ha excavado hasta el nivel adecuado se ejecuta la contrabóveda, losa generalmente de hormigón que hace de suelo del túnel. Se pueden crear losas intermedias para realizar túneles de varias plantas.

El método elegido es el “bottom up” debido a que la profundidad del túnel respecto de la superficie es pequeña y por lo tanto, no es necesario un gran trabajo de excavación.

Sin embargo, existe un tramo en el trazado del túnel en el que no es posible este método. La vía del ferrocarril no se puede cortar y luego empalmar para construir la estructura de hormigón, por lo tanto habrá que utilizar otro método para este tramo.

Se realizará mediante la técnica de construcción del cajón en el exterior y colocación mediante empotrado, sin alteración del tráfico ferroviario.

En primer lugar se procederá a ejecutar una losa de apoyo con un HA-25/B/20/IIa que servirá de base por donde se deslizará posteriormente el cajón una vez construido. A fin de evitar la adherencia entre la losa de apoyo y la base del cajón se colocará una lámina de material plástico que también contribuirá en minimizar la fricción entre la losa de apoyo y el cajón.

En segunda instancia se procederá al hormigonado de la losa del cajón de 32x 7.8 x 0,6 metros con un HA-25/P/20/IIa y posteriormente los dos muros.

Por último se procederá al hormigonado del forjado superior. A este forjado se le acoplará unas vigas metálicas con la finalidad de facilitar la penetración en el talud existente, y al mismo tiempo soportar el paso de ferrocarriles mientras se llevan a cabo las operaciones de colocación del cajón en su ubicación final.

Para la colocación del cajón se utilizará un sistema de empuje con gatos hidráulicos análogo al sistema utilizado para el avance de las tuneladoras. A medida que se vaya excavando el terreno, el cajón se irá introduciendo en el talud empujado por dicho sistema hidráulico.

## **1.7 USOS DEL TÚNEL**

La finalidad principal del túnel es la de transportar carrocerías de la nave N1 a la nueva nave KTL-TTS.

La empresa cuenta con un sistema de transporte de carrocerías que forma un circuito cerrado, es decir, el sistema de transporte lleva las carrocerías para ser pintadas sobre los patines de transporte por la parte derecha del túnel, y estos regresan sin carrocerías por la parte izquierda del túnel.

Otra función es la de conducir las diferentes instalaciones necesarias para el funcionamiento del mismo. Estas instalaciones son: instalación de electricidad (baja tensión y puesta a tierra), instalación de alumbrado (iluminación, emergencia e indicadores luminosos), protección contra incendios y la instalación de ventilación.

Dado que el uso es exclusivamente industrial no es necesario dotar al túnel de revestimientos para suelos, paredes ni falsos techos ni tampoco cualquier otro elemento decorativo o estético.

El túnel también será utilizado para labores de mantenimiento del sistema de transporte de las carrocerías, por lo que habrá hueco suficiente para acceder al sistema de transporte en cualquier punto del trazado.

## **1.8 PROBLEMA CON EL NIVEL FREÁTICO**

Uno de los mayores problemas a la hora de diseñar el túnel es el agua. La presencia de agua en túneles, incide negativamente tanto en las fases de construcción como durante la vida de la obra, por lo cual es necesario disponer de una red de drenaje efectiva, como un sistema de impermeabilización fiable, seguro y de larga duración. Con la impermeabilización se evita el ingreso de agua al interior del túnel y mediante el drenaje la evacuación de las filtraciones que pudieran producirse.

Para establecer un buen sistema de impermeabilización y drenaje hay que tener en cuenta el tipo de terreno en el que estamos y su nivel freático. El nivel freático es aquel en el que se encuentra el agua subterránea. En éste nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica. Por debajo de este se encuentra la zona saturada, que se caracteriza porque los poros, grietas y fisuras de las rocas están completamente ocupados por agua, que se encuentra a una presión variable: igual a la atmosférica en el nivel freático, y progresivamente mayor a medida que se profundiza. Entre la superficie y el nivel freático esta la zona de aireación o vadosa (zona no saturada), que se caracteriza porque los poros no están saturados, es decir, están ocupados tanto por agua como por aire en función de las condiciones, y el agua retenida, que puede ser agua de hidratación, de adhesión o capilar, se encuentra a una presión menor que la atmosférica. El agua no retenida se moverá gracias a la gravedad y seguirá descendiendo y ocupando eventualmente los poros, grietas, y fisuras de los materiales hasta alcanzar algún nivel inferior que sea impermeable o esté saturado.

En el proyecto tenemos que el nivel freático se encuentra a la cota de 398,3m y como el túnel esta entre las cotas 401 m y 396,8 m es necesario un buen sistema de impermeabilización que deberá ser flexible y resistente a la presión del agua. Se deberá desviar el agua para que no se forme presión, esta agua se recogerá en un drenaje longitudinal del túnel.

El drenaje del túnel se llevara a cabo mediante diferentes membranas impermeabilizantes y drenantes que impedirán el paso del agua al interior del túnel y la reconducirán hasta una tubería porosa situada en la base de la estructura. Esta tubería se cubrirá de un material poroso por el que el agua se filtre. Por medio de bombas se evacua el agua de dichas tuberías. Todo esto se explica detalladamente en la memoria constructiva y en el documento “Planos”.

## 1.9 MEMORIA CONSTRUCTIVA

### 1.9.1 MATERIALES UTILIZADOS EN LOS ELEMENTOS RESISTENTES

Los materiales que se han utilizado para el diseño y cálculo de la edificación definida en este proyecto con sus correspondientes características son los que se exponen a continuación:

Acero de armado para zapatas, muros y losas: **Redondo B-400-S:**

Límite elástico.....	$f_y = 400 \text{ N/mm}^2$
Carga unitaria de rotura.....	$f_s = 440 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente de minoración.....	$\gamma = 1,15$
Nivel de control.....	Normal

Hormigón para la cimentación, muros y losas: **HA-25/P/20/IIa:**

Resistencia característica.....	$f_{eb} = 250 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente de minoración.....	$\gamma_e = 1.5$
Nivel de control.....	Normal

Hormigón de limpieza: **HM20/P/20/IIa**

### 1.9.2 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

La obra se llevará a cabo sobre una zona que actualmente está asfaltada, por lo que será necesario levantar la capa de asfalto mediante maquinas provistas de martillo hidráulico.

La excavación se realizará mediante medios mecánicos hasta la cota indicada en planos. La explanación de las tierras se ejecutará con el cuidado necesario para no afectar a las estructuras y cimentaciones existentes de las naves actuales así como a ningún elemento ya construido. De igual forma, las excavaciones se realizarán a cielo abierto mediante medios mecánicos, debiéndose prever la retirada y transporte de tierras sobrantes a vertedero, no pudiéndose reutilizar parte de las mismas para la propia obra en ningún relleno puntual. La excavación de las cimentaciones, también mediante medios mecánicos, deberán realizarse dejando las superficies de asiento horizontales y limpias, dejándose para trabajos a mano el perfilado de laterales y fondo de las excavaciones. Se deberá proceder al montaje de armaduras y al posterior



hormigonado en tiempo suficiente para que los terrenos excavados no pierdan su porcentaje de humedad ambiental y natural.

### 1.9.3 CIMENTACIONES

Se ha elegido una cimentación mediante zapata corrida debido al empleo de muros con cargas y empujes elevados. El túnel es una construcción larga que se sustentará sobre zapatas corridas cuyas características más importantes aparecen en la siguiente tabla:

Referencia	Ancho (cm)	Vuelo izq.(cm)	Vuelo der.(cm)	Canto (cm)	Armado
Z1	90	30	30	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø16c/30
Z2	80	25	25	35	Inf. longitudinal: Ø12c/30 Inf. transversal: 4Ø12c/30
Z3	420	195	195	100	Inf. longitudinal: 22Ø16c/20 Inf. transversal: Ø16c/20 Sup. longitudinal: 22Ø16c/20 Sup. transversal: Ø16c/20
Z4	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z5	90	30	30	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z6	100	35	35	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø20c/30
Z7	120	45	45	35	Inf. longitudinal: 5Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/20 Sup. longitudinal: 5Ø12c/30 Sup. transversal: Ø12c/30
Z8	120	30	30	35	Inf. longitudinal: 5Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z9	120	30	30	35	Inf. longitudinal: 5Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z10	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø16c/30
Z11	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z12	280	125	125	65	Inf. longitudinal: 10Ø16c/30 Inf. transversal: Ø16c/30 Sup. longitudinal: 10Ø16c/30 Sup. transversal: Ø16c/30
Z13	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z14	100	35	35	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30

Referencia	Ancho (cm)	Vuelo izq.(cm)	Vuelo der.(cm)	Canto (cm)	Armado
Z15	90	30	30	45	Inf. longitudinal: 5Ø12c/25 Inf. transversal: Ø12c/25
Z16	130	50	50	80	Inf. longitudinal: 6Ø16c/25 Inf. transversal: Ø16c/25
Z17	150	60	60	45	Inf. longitudinal: 7Ø12c/25 Inf. transversal: Ø16c/30
Z18	150	60	60	35	Inf. longitudinal: 6Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/15
Z19	180	75	75	80	Inf. longitudinal: 8Ø16c/25 Inf. transversal: Ø16c/25

Los pozos se realizarán con maquina retroexcavadora, siendo necesario limpiar manualmente (operario con una pala) el fondo del pozo. Si llueve, antes de verter el hormigón será necesario realizar una nueva limpieza del pozo. Este aspecto trivial es de vital importancia a la hora de evitar asientos de la cimentación.

Inmediatamente de excavado el pozo y realizada su limpieza, se verterá una capa de hormigón pobre H 10, hasta la cota de cimentación, a fin de proteger el terreno de la acción de la lluvia. El tipo de hormigón que se utiliza en las zapatas es HA-25.

El encofrado se realizará en paneles metálicos, en condiciones de temperatura siempre superiores a 4°C y en condiciones de humedad apropiadas, estando prohibido hormigonar con lluvia o nieve.

La cimentación ha sido diseñada y calculada basándose en las normas CTE y EHE y además se tendrán en cuenta las NTE-CEG y NTE-CSZ, dedicadas a los estudios geotécnicos y a las zapatas.

#### 1.9.4 ESTRUCTURA

La estructura del túnel es sencilla. Se compone básicamente de muros de hormigón armado (estructura portante) y la losa superior de hormigón armado (estructura horizontal).

Las características de los diferentes muros que forman la estructura se muestran a continuación en forma de tabla:

Ref.	Espe sor (m)	Altura (m)	Arm.vert. Trasdós	Arm.hor. Trasdós	Arm.vert. Intradós	Arm.hor. Intradós	Long. (m)
M1	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	61,2
M2	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3

Ref.	Espe sor (m)	Altura (m)	Arm.vert. Trasdós	Arm.hor. Trasdós	Arm.vert. Intradós	Arm.hor. Intradós	Long. (m)
M3	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	6,45
M4	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M5	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	20,95
M6	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø10c/25	Ø12c/30	Ø10c/25	6,45
M7	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	88,6
M8	0,6	4,2	Ø12c/15	Ø20c/25	Ø12c/15	Ø20c/25	32
M9	0,6	5,2	Ø12c/15	Ø20c/25	Ø12c/15	Ø20c/25	32
M10	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	9,70
M11	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M12	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	6,45
M13	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M14	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø10c/25	Ø12c/30	Ø10c/25	6,45
M15	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	20,95
M16	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	27,22
M17	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	35
M18	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	4,46
M19	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	17,17

La losa superior no es homogénea a lo largo de túnel. Se distinguen 3 tramos en los que las características de la losa varían:

a) Tramo 1:

- Canto de la losa: **40 cm**
- Armadura inferior transversal: **Ø16c/15**
- Armadura inferior longitudinal: **Ø12c/12,5**
- Armadura superior transversal: **Ø12c/15**
- Armadura superior longitudinal: **Ø16c/15**
- Superficie: **628,76 m<sup>2</sup>**

b) Tramo 2:

-Canto de la losa:	<b>60 cm</b>
-Armadura inferior transversal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura inferior longitudinal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura superior transversal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura superior longitudinal:	<b>Ø16c/15</b>
-Superficie:	<b>209,60 m<sup>2</sup></b>

c) Tramo 3:

-Canto de la losa:	<b>40 cm</b>
-Armadura inferior transversal:	<b>Ø20c/15</b>
-Armadura inferior longitudinal:	<b>Ø20c/15</b>
-Armadura superior transversal:	<b>Ø20c/15</b>
-Armadura superior longitudinal:	<b>Ø20c/15</b>
-Superficie total:	<b>621,11 m<sup>2</sup></b>

### 1.9.5 SOLERA

Para el suelo de la parte interna del túnel se verterá una solera de hormigón de 15 cm de espesor, suficiente para el tránsito de operarios y carrocerías.

La solera conforma la superficie transitable, tanto para peatones como para vehículos. La solera del proyecto se ha dimensionado y calculado siguiendo la norma EHE y NTE-RSS dedicada a las soleras:

- Solera de tipo semipesada (RSS-5). Se utilizara en locales con una sobrecarga estática máxima prevista de 5 t/m<sup>2</sup>, como en garajes, talleres de embalaje, fábricas de objetos plásticos o similares o locales con circulación de camionetas de has 2,5 toneladas por eje o de carretillas automotoras de ruedas metálicas o neumáticos:
- Capa mortero de agarre (2 cm).
- Capa de mortero de nivelación (4 cm).
- Capa de hormigón HA-25 de 15 cm
- Mallado de refuerzo de acero electrosoldado de barras de ø8mm en cuadrículas de 15x15cm.
- Capa de grava de 15 cm.

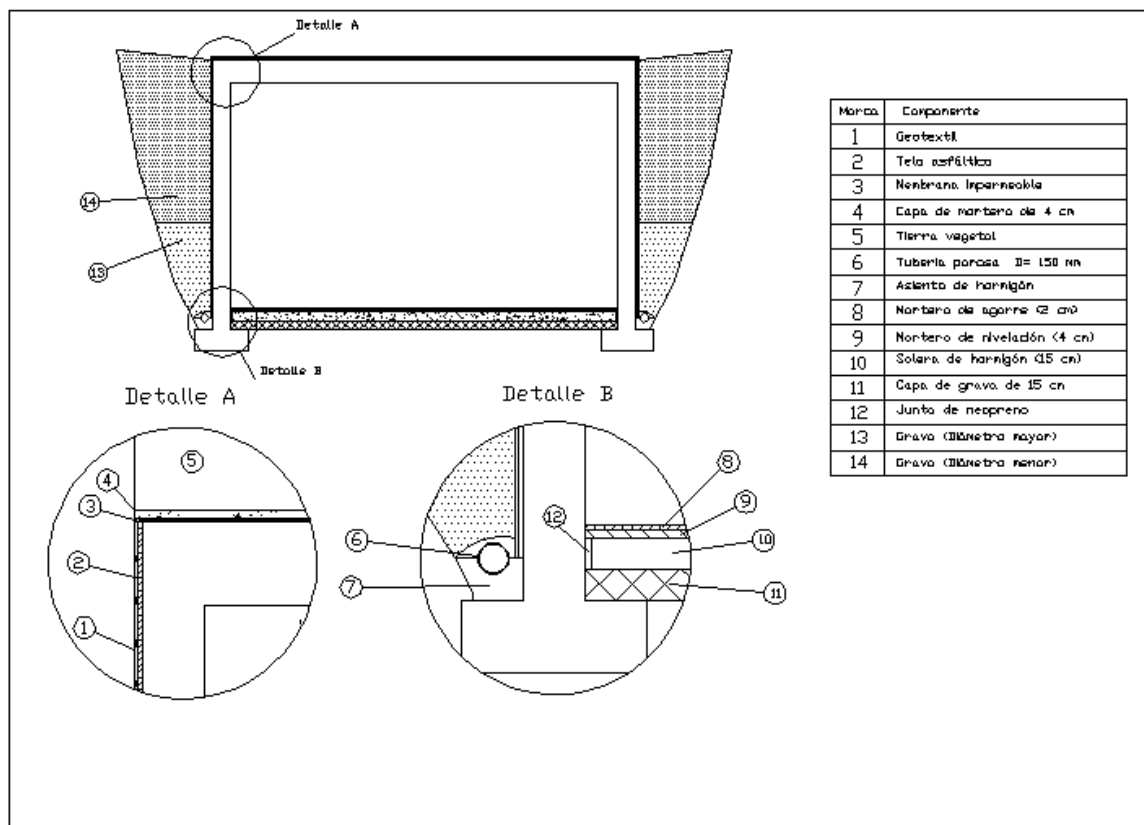
### 1.9.6 SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

Se proporcionará al túnel de un sistema que asegure la impermeabilización y el buen estado de la estructura.

- La parte externa de la losa superior estará formada por una doble capa de membranas impermeabilizantes (POLYDAN 180-60 GP ELAST, marca DANOSA o similar) seguida de una capa de mortero de 4cm. Por encima tierra vegetal hasta la cota de 402 metros.

Esta es una lámina bituminosa de superficie autoprotegida tipo LBM(SBS)-60/G-FP que está compuesta por una armadura de fieltro de poliéster no tejido de gran gramaje, recubierta por ambas caras con un mástico de betún modificado con elastómeros (SBS), acabada en su cara externa en gránulos de pizarra de color natural o en gránulos cerámicos de color verde, rojo o blanco, como material de protección. En su cara interna, como material antiadherente, incorpora un film plástico de terminación.

-La parte externa de los muros recubrirá de una lámina asfáltica que servirá de impermeabilizante (LÁMINA AUTOADHESIVA SELF-DAN BTM, marca DANOSA o similar), cuyo uso está indicado específicamente para la impermeabilización de muros enterrados, seguida de una membrana drenante con geotextil (DANODREN H15 PLUS, marca DANOSA o similar), que reconduce el agua hacia la base del muro, donde se colocará una tubería porosa (TUBODAN 125, marca DANOSA o similar) a lo largo de todo el túnel y se encargará de recoger el agua. Este tubo está fabricado a base de polietileno de alta densidad (PEAD) corrugado, de gran flexibilidad y perforado en todo su perímetro. Por medio de 2 bombas se evacuará el agua a la arqueta de pluviales. Las bombas están conectadas en serie. Una boya situada junto a la bomba 1, que es el punto de menor cota de toda la instalación, acciona el funcionamiento de ambas bombas cuando el nivel de agua alcanza una altura determinada. De este modo se asegura que las bombas no trabajen nunca en vacío.





## 1.10 INSTALACIONES

### 1.10.1 INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD Y ALUMBRADO

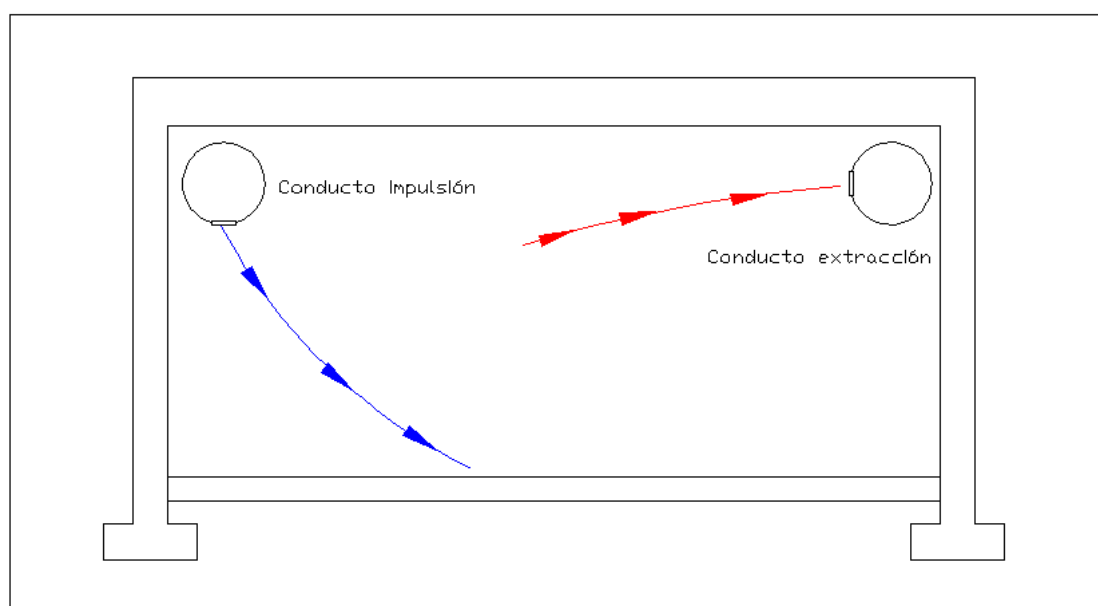
Se dispone de la misma instalación eléctrica que en la planta existente. Por lo tanto contaremos con una corriente trifásica para las máquinas industriales existentes en la nave, y con una corriente monofásica para el resto de instalaciones.

La instalación eléctrica no se desarrolla en este proyecto porque debido a su alcance forma un proyecto completo.

### 1.10.2 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

El objetivo de la instalación de ventilación es la de proporcionar, mediante un sistema mecánico, un caudal de aire limpio al interior del túnel convirtiéndolo en un lugar apto para la actividad industrial.

Se elige para el túnel un sistema de ventilación forzada (extracción-impulsión) debido a que esta es la mejor manera de renovar el aire debido a la falta de ventilación natural.



La instalación de ventilación se desarrolla más detalladamente en el documento “Cálculos”. Los componentes utilizados son los siguientes:

1. Caja centrífuga de ventilación serie Centribox, modelo CVT-320/320 de la casa comercial Soler y Palau, que proporciona un caudal de 8400 m<sup>3</sup>/h.
2. Caja centrífuga de ventilación serie Centribox, modelo CVT-320/240 de la casa comercial Soler y Palau, que proporciona un caudal de 7500 m<sup>3</sup>/h
3. Unidad de extracción CJMP-1640.4T-7,5, casa comercial Palau y Soler, con capacidad de extracción hasta 9000 m<sup>3</sup>/h.
4. Unidad de extracción CJMP-1435.4T-5,5, casa comercial Palau y Soler, con capacidad de extracción hasta 7500 m<sup>3</sup>/h
5. Tubo helicoidal para conducto de 700 mm de diámetro. Casa comercial Brinner.
6. Tubo helicoidal para conducto de 630 mm de diámetro. Casa comercial Brinner.
7. Rejillas de dimensiones 525x75 mm. Casa comercial Brinner.
8. Codos 90° de diámetro 630 mm. Casa comercial Brinner.

### 1.10.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El objetivo es establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que debe de cumplir el túnel para prevenir la aparición y para dar una respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades consideradas de prevención tendrán como objetivo limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta en cambio, tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

Todos los aparatos, equipos o sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de las Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1993, sobre las normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Toda la información referente a dicho apartado se puede encontrar de forma más desarrollada en el documento “Cálculos. Los elementos que forman la instalación de protección contra incendio son los siguientes.

1. Dos salidas de emergencia al exterior del túnel. La situación y dimensiones aparecen en el documento “Planos”. Las escaleras que acceden a la zona segura del exterior tiene 1,1 m de ancho.
2. Puertas de emergencia para las salidas de emergencia. Dos puertas de 1 m de ancho.
3. Pulsadores de emergencia. Cada 25 metros y junto a las salidas de emergencia.
4. Seis extintores de 9 kg de capacidad. Eficacia mínima de los extintores 21 A. Tipo de agente extintor: polvo ABC polivalente.
5. Alumbrado de emergencia. Cada 7 metros a lo largo del túnel indicando el recorrido de emergencia y sobre las salidas de emergencia.
6. Señalización de emergencia. Sobre los extintores, pulsadores y salidas.

### **1.11 ETAPAS Y PLAZOS DE EJECUCIÓN.**

1. Se facilitarán a la empresa elegida para realizar el túnel los planos con las diferentes dimensiones del mismo para que faciliten presupuesto desglosado incluyendo las diferentes partes que lo formarían, mano de obra, transporte, etc.
2. Una vez visto el presupuesto por la propiedad, esta podrá dar su conformidad para, en ese caso, comunicárselo a la empresa, la cual facilitará los diferentes plazos de entrega para la construcción del túnel.
3. Preparación del terreno. Obras correspondientes al desbroce del terreno, excavación de vaciado, zanjas,..
4. Cimentación y estructura. Zapatas corridas, muros y losas de hormigón armado.
5. Impermeabilización y drenaje del túnel. Operaciones en las que se recubre el túnel de telas impermeabilizantes y geotextiles así como la colocación de tuberías porosas y bombas para evacuar el agua.
6. Relleno de tierras. Una vez impermeabilizado el túnel hay que recubrirlo de gravas y prensar el terreno.
7. Instalación de ventilación. Montaje completo: conductos, cajas de ventilación, cajas de extracción, rejillas,..
8. Instalación de protección contra incendios. Montaje completo: extintores, alumbrado de emergencia, pulsadores de alarma, señalización,..

## GRÁFICO GANTT

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tareas												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

### 1.12 PROGRAMA INFORMÁTICO DE CÁLCULO (CYPE)

A la hora de realizar el cálculo de la inmensa mayoría del proyecto se ha recurrido al ordenador debido a la rapidez y facilidad frente al cálculo manual.

El programa utilizado para los cálculos ha sido “Cype, Arquitectura, Ingeniería y Construcción”, más concretamente la aplicación Cypecad.

Los pasos que se han seguido para el cálculo del túnel han sido (de manera orientativa):

1. Introducción de datos generales en el programa: materiales, hipótesis de cálculos, coeficientes de seguridad,..
2. Exportar la planta del túnel al programa.
3. Introducción de muros y losas de hormigón formando la estructura del túnel.
4. Definir y aplicar cargas en la estructura.
5. Calcular.
6. Analizar los datos y redimensionar aquellos elementos que sea necesario.

### 1.13 DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

1. Memoria.
2. Cálculos.
3. Planos.
4. Pliego de condiciones.
5. Estudio de seguridad y salud.
6. Presupuesto.
7. Bibliografía.

### 1.14 VALORACIÓN ECONÓMICA

01	Preparación del terreno .....	182.259,21
02	Cimentación .....	146.227,01
03	Estructura .....	640.091,40
04	Impermeabilización.....	217.084,55
05	Relleno de tierras.....	193.014,70
06	Instalación de ventilación.....	72.420,94
07	Instalación de protección contra incendios .....	21.002,72
08	Estudio de seguridad y salud.....	27.587,55
	Total capítulos.....	1.499.688,08

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL** 1.499.688,08

6,00 % Gastos generales ..... 89.981,29

6,00 % Beneficio industrial 89.981,29

SUMA DE G.G. y B.I. 179.962,58





8,00 % I.V.A.

134.372,06

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA**

**1.814.022,72**

**TOTAL PRESUPUESTO GENERAL**

**1.814.022,72**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN  
OCHOCIENTOS CATORCE MIL VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y DOS  
CÉNTIMOS

Pamplona, a 9 de Septiembre de 2011.

**El promotor**

**La dirección facultativa**

## 2 ANEXO 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO

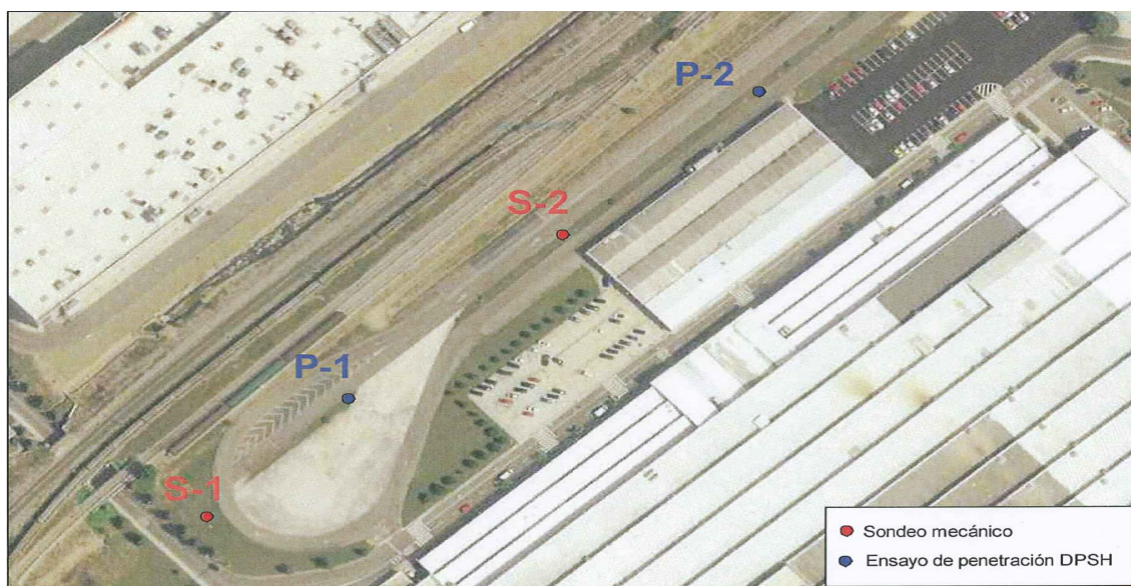
### 2.1 DATOS BÁSICOS. ANTECEDENTES:

La presente investigación se realiza a modo de reconocimiento geotécnico preliminar para la construcción de un edificio industrial dentro de las actuales instalaciones que la empresa posee en el polígono industrial Landaben, dentro del término municipal de Arazuri.

La zona que ocuparía el nuevo edificio se encuentra ocupada actualmente por una pista de prueba de vehículos, con una zona pavimentada y otra ajardinada, presentando en conjunto una superficie horizontal a una cota similar a la planta baja de la futura actuación.

Los trabajos de investigación preliminar han consistido en la realización de dos sondeos a rotación con recuperación continua de testigo y dos ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH.

La distribución de los puntos se indica a continuación:



El presente informe recoge la información geotécnica general obtenida de los trabajos realizados, quedando pendiente completar la investigación geotécnica según especificaciones del documento básico SE-C del Código Técnico de la Edificación.

## **2.2 TRABAJOS REALIZADOS:**

### **2.2.1 RESUMEN DE TRABAJOS REALIZADOS:**

Se han realizado dos sondeos a rotación con recuperación continua de testigo y dos ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH.

### **2.2.2 EQUIPOS UTILIZADOS:**

#### **a) Sondeos mecánicos a rotación:**

El sondeo se ha realizado con una sonda hidráulica modelo TP-40 (Tecoinsa) montada sobre camión (4x4).

#### **b) Ensayos de penetración dinámica:**

Los ensayos de penetración dinámica se han realizado con el Penetrómetro Tecoinsa y han consistido en la hinca en el terreno de una puntaza normalizada mediante el golpeo de una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 75 cm.

Durante la hinca se ha registrado el número de golpes ( $N_{20}$ ) necesarios para a penetración de sucesivos intervalos de 20 cm deteniéndose el ensayo a una profundidad fijada o bien al obtener el rechazo (R), que se corresponde con un golpeo  $N_{20} > 100$ .

### **2.2.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:**

En la siguiente tabla se resumen, las profundidades máximas alcanzadas en los puntos de investigación.

Puntos de ensayo	Tipo de ensayo	Profundidad alcanzada (m)
S1	Sondeo mecánico	6,33
S2		6,33
P1	Ensayo de penetración DPSH	2,48
P2		3,11

A continuación se resume, en forma de tabla, las características de los sondeos.

SONDEO S1: TABLA RESUMEN DE ACTUACIONES		
Profundidad máxima alcanzada (m)		6,33
Equipo de perforación	Ø116 mm (0,00-3,25 m)	Broca Widia: 0,00-3,32
	Ø101 mm (3,25-3,32 m)	
	Ø86 mm (3,32-6,33 m)	Broca Carbotec: 3,32-6,33

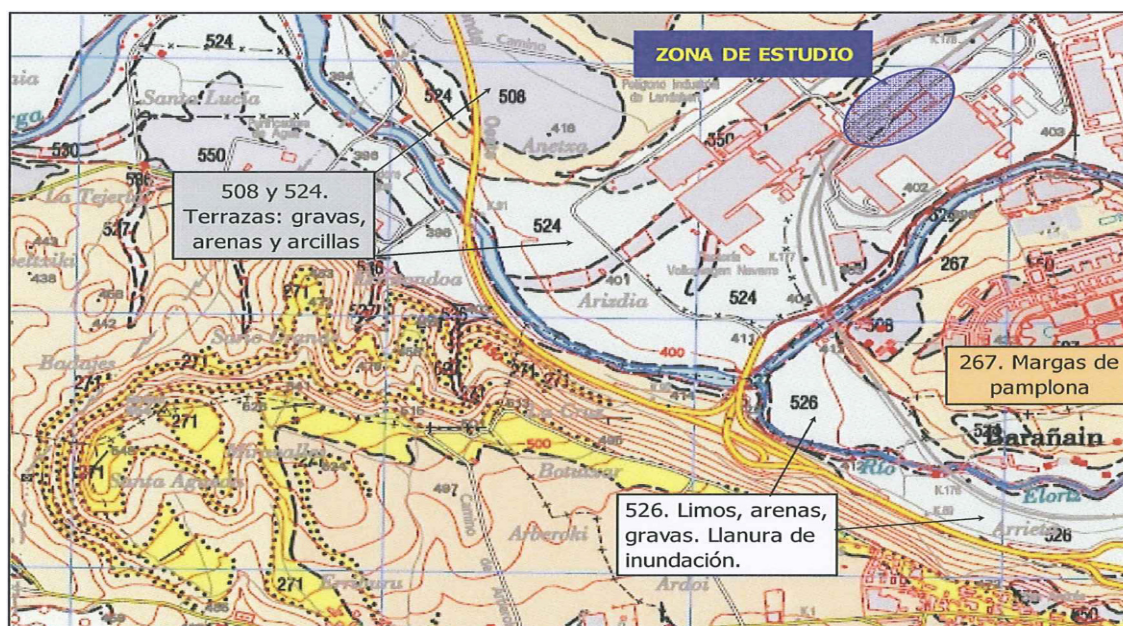
SONDEO S2: TABLA RESUMEN DE ACTUACIONES		
Profundidad máxima alcanzada (m)		6,33
Equipo de perforación	Ø116 mm (0,00-2,50 m)	Broca Widia: 0,00-2,62
	Ø101 mm (2,50-2,62 m)	
	Ø86 mm (2,62-6,33 m)	Broca Carbotec: 2,62-6,33

### 2.3 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA:

La zona de estudio se sitúa en la denominada Cuenca de Pamplona, la cual geológicamente y a grandes rasgos, se encuentra en sector occidental del Pirineo Central.

Según el mapa geológico de Navarra, Hoja 141-I (Pamplona) E:1:25000 la zona de estudio se encuentra sobre una terraza del río Arga (nivel 524), constituidos por un conjunto de cantos y gravas de naturaleza calcárea y cuarcítica, con matiz arenoso-arcilloso de color rojo o marrón rojizo. Estos depósitos presentan una potencia que oscila entre 2 y 5 metros.

Por debajo de estos depósitos aluviales se sitúa un sustrato Terciario constituido por la formación de Margas de Pamplona (nivel 267). Litológicamente están formadas por un conjunto de margas grises nodulosas con intercalaciones centimétricas de niveles de calcarenitas. La potencia de esta unidad es muy variable, aumentando hacia el norte donde supera los 700 metros, estimándose una potencia media de 400-500 metros.



## 2.4 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES:

### 2.4.1 PERFIL GEOTÉCNICO SIMPLIFICADO:

En este apartado se define la estructura geotécnica general del terreno, a partir de lo observado en los sondeos, agrupando niveles de terreno en capas de características geológico-geotécnicas similares.

Se definen las siguientes capas.

#### 2.4.1.1 Capa 1: Rellenos antrópicos:

Se incluyen en esta capa el nivel más superficial constituido por rellenos asociados a la construcción de la pista de pruebas. Están constituidos principalmente por gravas con arena y arcilla de color marrón (con tonos amarillentos, negros y blancos). Los cantos son fundamentalmente de caliza y arenisca, con tamaños inferiores a 10 cm. De forma esporádica contienen también raíces y restos de aglomerado asfáltico.

Esta capa se ha observado hasta la profundidad de 0,72 metros en el sondeo S1. En el sondeo S2 se observa esta capa hasta la profundidad de 0,9 metros.

En los puntos de reconocimiento de DPSH, estos materiales se asocia a esta capa valores de resistencia a la penetración  $N_{20}$  entre de 5 a 19.

#### 2.4.1.2 Capa 2: Arcillas arenosas marrones:



Nivel constituido por arcillas de nivel marrón, con tonos claros y oscuros, con cantos dispersos (en proporciones variables, de tamaño inferior a 5 cm y fundamentalmente de caliza, arenisca y cuarzo). Presentan humedad baja a media y consistencia firme.

Se trataría de depósitos Cuaternarios de llanura de inundación, presentado una distribución lateral limitada y heterogénea.

Estos materiales únicamente se han observado en el sondeo S2 entre 0,9 y 1,66 metros de profundidad.

En los ensayos de penetración dinámica DPSH se asocia la presencia de esta capa con los valores de resistencia a la penetración  $N_{20}$  de 7 obtenidos en el P1 entre el 0,8 y 1,2 metros de profundidad.

#### 2.4.1.3 Capa 3: Gravas, arenas y arcillas:

Se incluyen en esta capa depósitos cuaternarios aluviales constituidos por gravas, arenas y arcillas en proporciones variables. La estructura general no es granosostenida, y presentan una compacidad media y una humedad también media pero aumentando en profundidad.

Los cantos son heterométricos (con unos tamaños variables de 1 a 10 cm), de formas redondeadas, subredondeadas y subangulosas, de composición arenisca, caliza y ofita. Algunos presentan en su superficie precipitaciones de carbonato en forma de pátinas y costras de espesor milimétrico.

En los sondeos en esta capa se tiene:

- S1: 2,12 metros (de 0,72 a 2,84 de profundidad).
- S2: 0,59 metros (de 1,66 a 2,25 de profundidad).

En los ensayos de penetración dinámica DPSH la presencia de esta capa se asocia con la zona donde se obtienen valores de resistencia a la penetración  $N_{20}$  variables de 10 a 70, pudiéndose obtener el rechazo en su seno (pudiéndose ser este el caso del P1). La heterogeneidad en los valores se asocia a la heterogeneidad en la composición, obteniéndose los valores más bajos en las zonas donde predominan la matriz arenoarcillosa, y valores altos donde se acumulan los cantos.

#### 2.4.1.4 Capa 4: Marga meteorizada:

Nivel correspondiente con la zona de alteración superficial de sustrato rocoso, estando constituido por margas alteradas de color marrón amarillento y grisáceo, con tonos grises, ocre y blancos. Suele presentar pátinas de óxidos naranjas y negros asociados a planos de fractura de dirección y buzamiento variable.

En los sondeos realizados esta capa presenta los siguientes espesores:

- S1: 0,61 metros (de 2,84 a 3,45 de profundidad).

- S2: 1,90 metros (de 2,25 a 4,15 de profundidad).

En los ensayos de penetración dinámica se asocian a esta capa valores de golpeo  $N_{20}$  superiores a 10 y crecientes rápidamente en profundidad hasta el rechazo.

#### 2.4.1.5 Capa 5: Marga gris:

Se incluye en esta capa el sustrato rocoso sano, correspondiente a la formación de Margas de Pamplona. Desde el punto de vista geotécnico, estos materiales se describen como una roca blanda, fácilmente meteorizable al quedar expuestos a los agentes atmosféricos.

En los sondeos realizados se presenta en general con una estructura masiva. En el sondeo S1 con pequeños niveles de alteración de espesor centimétrico a decimétrico, y a partir de los 5 metros en el caso del S2. Se ha observado también la precipitación de calcita de espesor  $< 1$  cm, rellenando planos de fractura.

En los ensayos de penetración dinámica se obtiene rechazo ( $N_{20} > 100$ ) en el contacto superior de esta capa.

Según lo observado en sondeos, cabe esperar la presencia de esta capa a partir de profundidades variables (3 o 4 metros de profundidad).

## 4.2 PRESENCIA DE AGUA EN EL TERRENO:

Considerando la situación geográfica de la zona de estudio (terrazza del río Arga) y la naturaleza de las capas geotécnicas definidas, es frecuente la presencia de niveles de agua en el contacto superior del sustrato rocoso alterado y/o sano, asociada a aguas de infiltración superficial que quedan retenidas por la elevada impermeabilidad del macizo.

Este nivel puede presentarse en forma de flujos canalizados a través de las zonas más permeables de los materiales cuaternarios que forman las terrazas, pudiendo presentar además variaciones estacionales y/o conexión hidráulica con el río Arga, afectando también a este nivel periodos de crecida o estiaje del río.

El nivel freático del terreno está situado a 3,7 metros por debajo de la cota actual de la superficie, es decir, a la cota de 398,3 metros sobre el nivel del mar.

## 2.5 CONSIDERACIONES GENERALES DE CIMENTACIÓN:



Para el perfil geotécnico definido, las alternativas de cimentación de estructuras se centran en analizar la carga admisible para apoyos en las gravas, arenas y arcillas de la capa 3 y/o en el sustrato rocoso de las capas 4 y 5.

La cimentación superficial con apoyo sobre los depósitos cuaternarios definidos en la capa 3, no presenta a priori ventaja técnico-económica frente a una cimentación con apoyo en el sustrato rocoso. La heterogeneidad intrínseca de la capa 3, daría pie a adoptar cargas de cimentación relativamente bajas, con el fin de minimizar la formación de asientos diferenciales.

El apoyo sobre sustrato rocoso sano (capa 5) permite adoptar cargas admisibles más elevadas, garantizando además una escasa o nula deformabilidad de terreno. Esos apoyos pueden materializarse mediante pozos de cimentación de profundidad moderada.


De forma general, en el caso de cimentaciones superficiales apoyadas de forma directa y/o mediante pozos en el sustrato de marga gris sana (capa 5) se consideran cargas admisibles entre 5 y 7 kg/cm<sup>2</sup> (0,5-0,7 MPa), por criterios de seguridad frente al hundimiento del terreno; considerando además que para dichas tensiones, el sustrato rocoso sano puede considerarse indeformable, despreciando los posibles asientos que puedan producirse.

Para poder garantizar la nula formación de asientos en la cimentación definida, es muy importante que se sigan las reglas de buena práctica para cimentaciones en roca blanda meteorizable, como son:

- Limpieza y cuidadosa preparación de la superficie de apoyo retirando el material que eventualmente puede caer de las paredes del pozo.
- Reducción al máximo del tiempo que transcurre entre el descubrimiento de la superficie y el hormigonado.



## 2.6 SONDEOS MECÁNICOS. PERFILES LITOLÓGICOS:

 <b>Laboratorio de Ensayos Navarra S.A.</b>		EXPEDIENTE N°: 15608 OBRA: NAVE VW-PMF/A EN VOLSWAGEN LOCALIDAD: PAMPLONA CLIENTE: ESPARPLANT S.L. REF.: (N° DE MUESTRA): 2011 / 2196 ALBARÁN: S-3188 FECHA INICIO DEL SONDEO: 17/05/2011 FECHA FIN DEL SONDEO: 17/05/2011	
<b>SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN CON RECUPERACIÓN CONTINUA</b>		SITUACIÓN DEL SONDEO: X: Y: Z:	

SONDEO S-1														
Profundidad (m)	Trama Perfil Litológico	Color**	% Recuperación de testigo	RQD %	Nivel freático	DESCRIPCION DEL TERRENO	Perforación		Muestras			Prueba SPT		
							Dímetro Ø (mm)	Tipo de Broca	N°	Profundidad	N° de golpes (hincada cada 15 cm)	Recuperado (cm)	Profundidad	N° de golpes (hincada cada 15 cm)
0,00						RELLENOS ANTRÓPICOS formados por: -de 0,00 a 0,07 m: Tierra vegetal con abundantes raíces. -de 0,07 a 0,72 m: Gravas arenociliosas de color marrón con tonos negros y blancos hacia la base. Los cantos son calizos de formas subangulosas y subredondeadas, de 1 a 4 cm. Contiene restos de hormigón bituminoso y restos de raíces. Humedad baja.	116	W						
0,72					GRAVA ARCILLOSA ALGO ARENOSA de color marrón oscuro con tonos verdes grisáceos y de color marrón rojizo en profundidad. Los cantos son de formas redondeadas y subredondeadas de composición caliza, arenisca y cuarzo, con tamaños que varían de 1 a 5 cm. Humedad media y capacidad media. No presenta estructura granosostenida. Contiene dispersa materia orgánica carbonosa. La zona superior oscura (hasta 1,28 m) presenta olor fétido. La zona inferior, es más arenosa.									
1,57					GRAVA Y ARENA marrón clara. Los cantos son heterométricos (1 a 10 cm), de composición caliza, arenisca y ofita con formas subredondeadas, redondeadas y angulosas. Algunos cantos presentan pátinas y costras de carbonato de espesor 1 a 2 mm. Humedad baja aumentando en profundidad (humedad media de 2,66 a 2,84 m)									
2,84						MARGA METEORIZADA, de color marrón grisáceo con tonos anaranjados y negros. Presenta planos de fractura de dirección y buzamientos variables, con superficies de oxidación asociados a ellos. En los primeros cm, se observan nódulos dispersos de carbonato.	101							
3,45						MARGA GRIS. Roca de estructura mariva y homogénea. Presenta varios niveles de alteración: -de 4,35 a 4,43 m, -de 6,05 a 6,07 m -y de 6,21 a 6,33 m.	86	C						
6,33														

FIN DE SONDEO					
Tubería piezométrica:	NO	Mf: muestra inalterada	W: vidia	D: diamante	(Los colores son aproximados)
		MIS: muestra inalterada tipo Shelby	TP: testigo plastificado	C: carbotec	(* Puntaza ciega)
Muestras inalteradas según método GT-00, basado en ASTM D 1587-00, XP P 94-202/95					
OBSERVACIONES:					
Sondista:	Eduardo Fuertes Ramirez de Ganuza				VºBº Director del Área
Sonda utilizada:	TECOINSA TP-50				Técnico Resp. Certificación

HOJA: 1/1











## Laboratorio de Ensayos Navarra S.A.

## SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN CON RECUPERACIÓN CONTINUA

EXPEDIENTE N°:	15608
OBRA:	NAVE VW-PMF/A EN VOLSWAGEN
LOCALIDAD:	PAMPLONA
CLIENTE:	ESPARPLANT S.L.
REF.: (N° DE MUESTRA)	2011 / 2197
ALBARÁN:	S-3186
FECHA INICIO DEL SONDEO:	17/05/2011
FECHA FIN DEL SONDEO:	17/05/2011
SITUACIÓN DEL SONDEO:	X: Y: Z:
COORDENADAS UTM:	

SONDEO S-2														
Profundidad (m)	Trama Perfil Litológico	Color*	% Recuperación de testigo	RQD %	Nivel freático	DESCRIPCION DEL TERRENO	Perforación		Muestras				Prueba SPT S UNE 103-800-92	
							Díametro Ø (mm)	Tipo de Broca	Nº	Profundidad	Nº de golpes (hinea cada 15 cm)	Recuperado (cm)	Profundidad	Nº de golpes (hinea cada 15 cm)
0.00						RELLENOS ANTRÓPICOS formados por: -de 0,00 a 0,08 m: Tierra vegetal con abundantes raíces. -de 0,08 a 0,35 m: Hormigón en masa.	116	W						
0.35					GRAVA ARCILLOARENOSA (POSIBLES RELLENOS)de color marrón amarillento. Los cantos son redondeados y subredondeados de composición caliza y arenisca con tamaños variables de 1 a 7cm. Humedad media y compacidad media. Estructura granosostenida. Presencia de raíces dispersas.									
0.90					ARCILLAS marrones oscuras con cantos dispersos. Los cantos son de composición caliza, areniscas y cuarzo de 1 a 3 cm. Consistentes con humedad baja. Olor fétido									
1.10					ARCILLAS ALGO ARENOSAS de color marrón claro con tonos blancos. Humedad media y consistencia firme. Presenta precipitaciones blancas de carbonato y cantos dispersos de caliza con tamaños entre 0,5 y 3,0 cm.									
1.66				100	GRAVA Y ARCILLA ALGO ARENOSA de color marrón claro. Los cantos son redondeados y subredondeados de composición arenisca y caliza con tamaños que varían de 1 a 8 cm. Humedad media y compacidad media. Estructura no granosostenida.									
2.25							101							
						MARGA METEORIZADA, de color marrón amarillento con tonos grises y ocre, con precipitaciones blancas de carbonato. Se presenta muy fracturado con planos de fractura con precipitaciones de calcita de hasta 8 mm de espesor y óxidos de color naranja y negro (como a 3,14 m de profundidad con 40º de buzamiento y precipitación de óxidos y a 3,32 m, con 30º de buzamiento). A partir de 3,10 m de profundidad presenta tonos de color gris. (De 3,14 a 3,32 m nivel más competente).								
				44										
4.15							86	C						
				77		MARGA GRIS. Hasta 5,00 m de profundidad, se presenta muy fracturada y menos competente. A partir de los 5,00 m, masiva y homogénea. Contiene precipitaciones de calcita de hasta 7 mm de espesor.								
				100										
6.33						FIN DE SONDEO								
FIN DE SONDEO														
Tubería piezométrica:	NO	MI: muestra inalterada		W: widia		D: diamante		(Los colores son aproximados)						
		MIS: muestra inalterada tipo Shelby		TP: testigo plastificado		C: carbotec		(* Puntaza ciega)						
Muestras inalteradas según método GT-00, basado en ASTM D 1587-00, XP P 94-202/95														
OBSERVACIONES:														
Sondista	Eduardo Fuertes Remirez de Gazuza						VºBº Director de Área							
Sonda utilizada:	TECOINSA TP-50						Técnico Resp. Testificación							
HOJA: 1/1														

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA

LABORATORIO DE ENSAYOS

SUAKUNTZEN LABORATEGIA



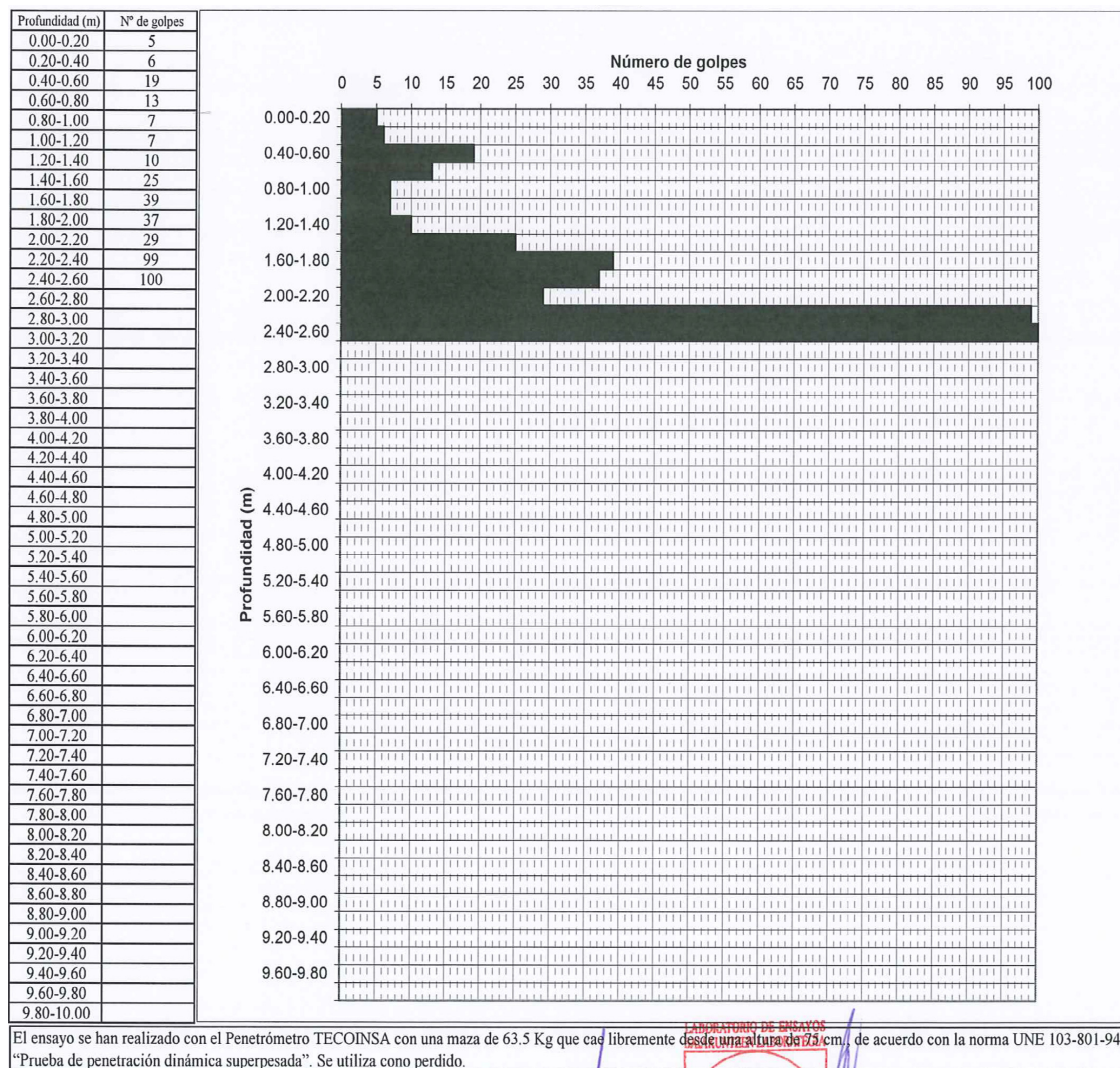






## 2.7 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA:

### 2.7.1 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH P1:



#### OBSERVACIONES:

Profundidad de rechazo (m): 2.48

Duración de la prueba (min):

COPIAS: Esparplant S.L. -

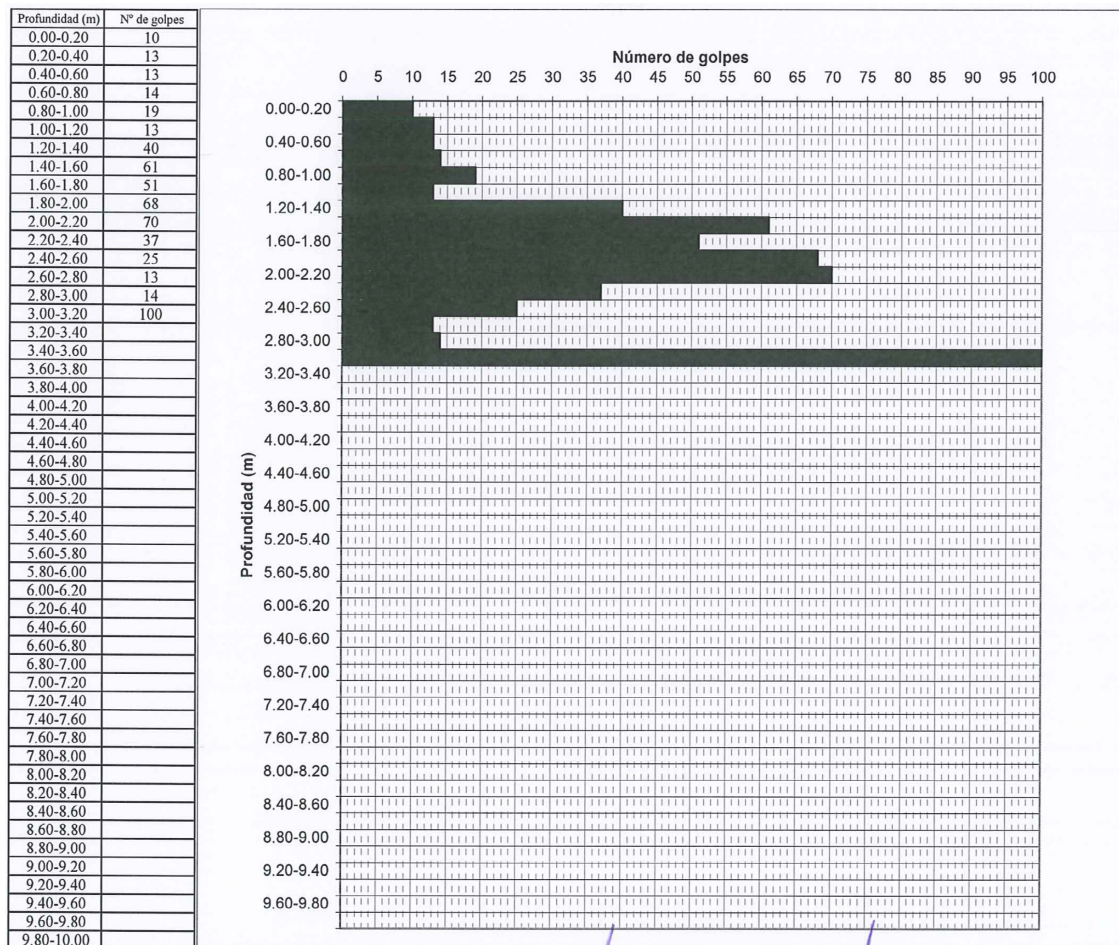
Vº Bº Director del Laboratorio

Vº Bº Técnico Responsable



Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos acreditados en la áreas técnicas de acreditación: EHA, GTC, GTL, VSG, AFC, APH, ACC, ACH, APC, APH y AMC.	Los resultados contenidos en el presente informe sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin el consentimiento por escrito del Laboratorio.
INFORME DE ENSAYO:	Nº muestra 2150 Página 1 de 1

## 2.7.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH P2:



El ensayo se han realizado con el Penetrómetro TECOINSA con una maza de 63.5 Kg que cae libremente desde una altura de 75 cm., de acuerdo con la norma UNE 103-801-94 "Prueba de penetración dinámica superpesada". Se utiliza como perdido.

### OBSERVACIONES:

Profundidad de rechazo (m): 3.11

Duración de la prueba (min.):

COPIAS: Esparplant S.L. -

Vº Bº Director del Laboratorio Vº Bº Técnico Responsable



Inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos acreditados en las áreas técnicas de acreditación: EHA, GTC, VSG, AFC, AFH, ACC, ACH, APC, APH y AMC.

Los resultados contenidos en el presente informe sólo se refieren al material sometido a ensayo. Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin el consentimiento por escrito del Laboratorio.

INFORME DE ENSAYO:

Nº muestra

2151

Página

1 de 1



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

## DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

Tutor: Arturo Resano Lázaro

Pamplona, 9 de septiembre de 2011



## ÍNDICE

1-CÁLCULO ESTRUCTURAL .....	4
1.1 OBJETIVO .....	5
1.2 NORMATIVA APLICADA.....	5
1.3 PROGRAMA CYPE .....	5
1.4 SIMPLIFICACIÓN DEL TRAZADO EN TRAMOS .....	5
1.5 MATERIALES EMPLEADOS .....	6
1.6 ACCIONES CONSIDERADAS .....	7
1.6.1 PARA LOS TRAMOS 1 Y 3 .....	7
1.6.1.1 ACCIONES PERMANENTES .....	7
a) Peso propio .....	7
b) Acciones del terreno.....	7
1.6.1.2 ACCIONES VARIABLES.....	8
a) Sobrecarga de uso sobre la losa superior:.....	8
b) Nieve: .....	8
c) Acciones térmicas:.....	8
1.6.1.3 ACCIONES ACCIDENTALES .....	8
a) Sismo: .....	8
b) Incendio: .....	9
1.6.2 PARA EL TRAMO 2 (VIAL FERROCARRIL) .....	10
1.6.2.1 ACCIONES PERMANENTES .....	10
a) Peso propio .....	10
b) Acciones del terreno.....	11
1.6.2.2 ACCIONES VARIABLES.....	11
a) Cargas verticales:.....	11
b) Cargas horizontales debidas al tráfico:.....	14
c) Fatiga: .....	15
d) Nieve: .....	15
e) Acciones térmicas:.....	15
1.6.2.3 ACCIONES ACCIDENTALES .....	15
a) Acciones sísmicas:.....	16
b) Incendio: .....	16
1.6.3 RESUMEN REPARTO DE CARGAS: .....	17
1.6.3.1 TRAMO 1:.....	17
1.6.3.2 TRAMO 2:.....	18
1.6.3.3 TRAMO 3:.....	19
1.7 DATOS GENERALES .....	20
1.7.1 CATEGORÍA DE USO.....	20
1.7.2 SITUACIONES DE PROYECTO .....	20
1.7.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y COMBINACIÓN .....	21
1.8 CÁLCULO TRAMO 1 .....	24
1.8.1 CIMENTACIONES (ZAPATA CORRIDA) .....	25
1.8.2 ARMADO MUROS .....	26
1.8.3 LOSA.....	27
1.8.4 ESCALERAS .....	28



1.8.4.1 DATOS GENERALES .....	28
1.8.4.2 CARGAS .....	28
1.8.4.3 REACCIONES .....	29
1.8.4.4 RESULTADOS .....	29
1.8.4.5 MEDICIONES .....	29
1.9 CÁLCULO TRAMO 2 .....	30
1.9.1 CIMENTACIONES (ZAPATA CORRIDA) .....	31
1.9.2 ARMADO MUROS .....	32
1.9.3 LOSA DE HORMIGÓN .....	33
1.10 CÁLCULO TRAMO 3 .....	34
1.10.1 CIMENTACIONES (ZAPATA CORRIDA) .....	35
1.10.2 ARMADO MUROS .....	36
1.10.3 LOSAS .....	37
1.10.4 ESCALERAS .....	38
1.10.4.1 DATOS GENERALES .....	38
1.10.4.2 CARGAS .....	38
1.10.4.3 REACCIONES .....	39
1.10.4.4 RESULTADOS .....	39
1.10.4.5 MEDICIONES .....	39
1.11 SOLERA .....	40
1.12 ANEXO A LOS CÁLCULOS .....	41
1.12.1 COMPROBACIONES DE LOS MUROS .....	41
1.12.2 CUANTIAS DE LOS MUROS .....	51
2-INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....	52
2.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO .....	53
2.2 NECESIDAD DE LA VENTILACIÓN .....	53
2.3 NORMATIVA .....	53
2.4 TIPO DE VENTILACIÓN .....	54
2.5 COMPONENTES DE LA VENTILACIÓN .....	56
2.6 PARÁMETROS A TENER EN CUENTA .....	56
2.6.1 SECCIÓN DEL CONDUCTO .....	56
2.6.2 RUOSIDAD DEL CONDUCTO .....	57
2.6.3 VELOCIDAD .....	57
2.6.4 PRESIÓN .....	57
2.6.5 CAUDAL .....	57
2.6.6 PÉRDIDAS DE CARGA .....	58
2.6.7 RUIDO .....	58
2.7 CÁLCULO DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN DE AIRE .....	59
2.7.1 CAUDAL NECESARIO .....	59
2.7.2 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE IMPULSADO .....	60
2.7.3 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTO DE IMPULSIÓN .....	61
2.7.4 PÉRDIDA DE PRESIÓN .....	61
2.7.5 CAUDAL POR REJILLA .....	63
2.7.6 ELECCIÓN DE COMPONENTES .....	63
2.8 SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE AIRE .....	64
2.8.1 ZONA 1 .....	64
2.8.2 ZONA 2 .....	64



2.9 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	65
3-INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	66
3.1 INTRODUCCIÓN.....	67
3.2 CARACTERIZACIÓN DEL TÚNEL EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS .....	67
3.2.1 CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON SU ENTORNO .....	67
3.2.2 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.....	68
3.3 SECTORIZACIÓN DEL TÚNEL .....	70
3.4 MATERIALES .....	71
3.5 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES .....	71
3.6 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.....	72
3.6.1 DIMENSIONADO DE ELEMENTOS DE EVACUACIÓN .....	73
3.7 PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS .....	73
3.7.1 SISTEMA MANUAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	74
3.7.2 EXTINTORES DE INCENDIO .....	74
3.7.3 SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA .....	75
3.7.4 SEÑALIZACIÓN .....	76
3.8 RESUMEN INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	76
4-CÁLCULO INSTALACIÓN DE DRENAJE .....	78
4.1 INTRODUCCIÓN .....	79
4.2 OBTENCIÓN DE DATOS .....	79
4.3 ELECCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO .....	81
4.4 CAUDAL A EVACUAR .....	82
4.5 ELECCIÓN DE COMPONENTES .....	82



## **1-CÁLCULO ESTRUCTURAL**



## **1.1 OBJETIVO**

El siguiente documento tiene por objeto la descripción de las hipótesis adoptadas en el cálculo de la estructura así como el procedimiento de cálculo y el propio cálculo con sus correspondientes resultados.

## **1.2 NORMATIVA APLICADA**

Para la realización de este proyecto se ha aplicado la siguiente normativa:

- CTE DB SE Acciones en la Edificación.
- CTE DB C Cimientos.
- CTE DB SI Seguridad en caso de incendio.
- EHE 08.
- NCSE-02 “Norma de construcción sismorresistente”.
- IAPF “Instrucción de acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril”.
- NTE (RSS): Normativa Tecnológica (Revestimientos de suelos: soleras)

## **1.3 PROGRAMA CYPE**

El cálculo de la estructura se llevará a cabo mediante el programa informático Cype versión 2010, más concretamente mediante la aplicación Cypecad de dicho programa. Cypecad es uno de los programas de cálculo más extendidos en arquitectura y obra civil en España.

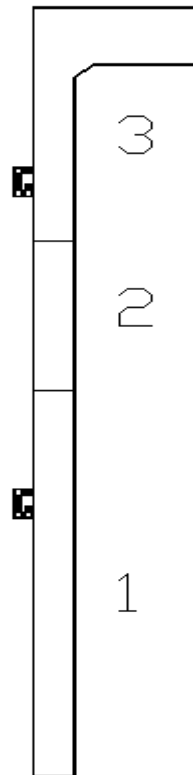
Cypecad es capaz de realizar el cálculo y dimensionamiento de estructuras de hormigón armado, sometidas a acciones horizontales y verticales, para cualquier tipo de edificio. La utilización de Cypecad garantiza la máxima fiabilidad de cálculo.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura.

La comprobación de la estructura se realiza de acuerdo con la Teoría de los Estados Límite: de Servicio y Últimos.

## **1.4 SIMPLIFICACIÓN DEL TRAZADO EN TRAMOS**

El túnel tiene un trazado en “L” que además cambia de sección y no soporta las mismas cargas a lo largo de todo el trazado. Es por ello que a la hora de realizar los cálculos se divide la estructura en tres tramos diferentes que a continuación se definen:



- Tramo 1: En todo este tramo las cargas de la estructura son iguales y la sección del túnel es rectangular 7,2 m x 3,4m. En este tramo hay unas escaleras de emergencia que también se calculan.
- Tramo 2: La sección es la misma que el tramo 1 pero a las cargas de éste hay que sumarle las sobrecargas debidas a los viales del ferrocarril según la IAPF.
- Tramo 3: Las cargas que soporta son las mismas que el tramo 1 pero en este tramo el túnel cambia de dirección y de sección. Sección 1: 7,2 m x 3,4m y sección 2: 12,4m x 3,4m. En este tramo hay unas escaleras de emergencia que también se calculan.

## 1.5 MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales que se han utilizado para el diseño y cálculo del túnel definido en este proyecto con sus correspondientes características son los que se exponen a continuación:

Acero de armado para zapatas, muros y losas:	<b>Redondo B-400-S:</b>
Límite elástico.....	$f_y = 400 \text{ N/mm}^2$
Carga unitaria de rotura.....	$f_s = 440 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente de minoración.....	$\gamma = 1,15$
Nivel de control.....	Normal
Hormigón para la cimentación, muros y losas:	<b>HA-25/P/20/IIa:</b>
Resistencia característica.....	$f_{eb} = 250 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente de minoración.....	$\gamma_e = 1.5$
Nivel de control.....	Normal

## 1.6 ACCIONES CONSIDERADAS

### 1.6.1 PARA LOS TRAMOS 1 Y 3

#### 1.6.1.1 ACCIONES PERMANENTES

##### a) Peso propio

Es la carga debida al peso de los elementos estructurales. El propio programa Cype lo genera.

También se introduce una carga muerta de **0,15 t/m<sup>2</sup>**, que corresponde a los elementos no estructurales que gravitan sobre los estructurales, como por ejemplo los conductos de ventilación, luminarias,..

##### b) Acciones del terreno

b.1) Carga permanente sobre la losa superior del túnel debido al peso de la capa de arena que soporta:

$$Q = \text{Peso específico} \times \text{Altura}$$

$$Q = 1,8 \text{ t/m}^3 \times 1 \text{ m} = \mathbf{1,8 \text{ t/m}^2} \text{ (Aplicada a la losa superior)}$$

b.2) Empuje del terreno sobre los muros: Lo genera el programa Cypecad a partir de los siguientes datos.

Empuje de Defecto  
Una situación de relleno  
Carga: Carga permanente  
Con nivel freático: Cota 398,2 m  
Con relleno: Cota 402 m y material de relleno grava.  
Ángulo de talud 0.00 Grados  
Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>  
Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>  
Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados  
Evacuación por drenaje 100.00 %

#### 1.6.1.2 ACCIONES VARIABLES

a) Sobrecarga de uso sobre la losa superior:

Se considera una sobrecarga de uso de **0,5 t/m<sup>2</sup>**, acción suficiente para soportar el transito de vehículos ligeros.

b) Nieve:

Según el CTE, para una cubierta plana situada en una localidad de altitud inferior a 1000 metros es suficiente considerar una carga de nieve de **0,1 t/m<sup>2</sup>**.

c) Acciones térmicas:

Debido a la colocación de juntas de dilatación a lo largo del túnel, no se consideran las acciones térmicas ya que dichas juntas eliminan los efectos producidos por la variación de temperaturas de la estructura

#### 1.6.1.3 ACCIONES ACCIDENTALES

a) Sismo:

El programa aplica automáticamente la NCSE-02. Para ello basta con seleccionar la localidad (Pamplona).

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02  
Acción sísmica según X

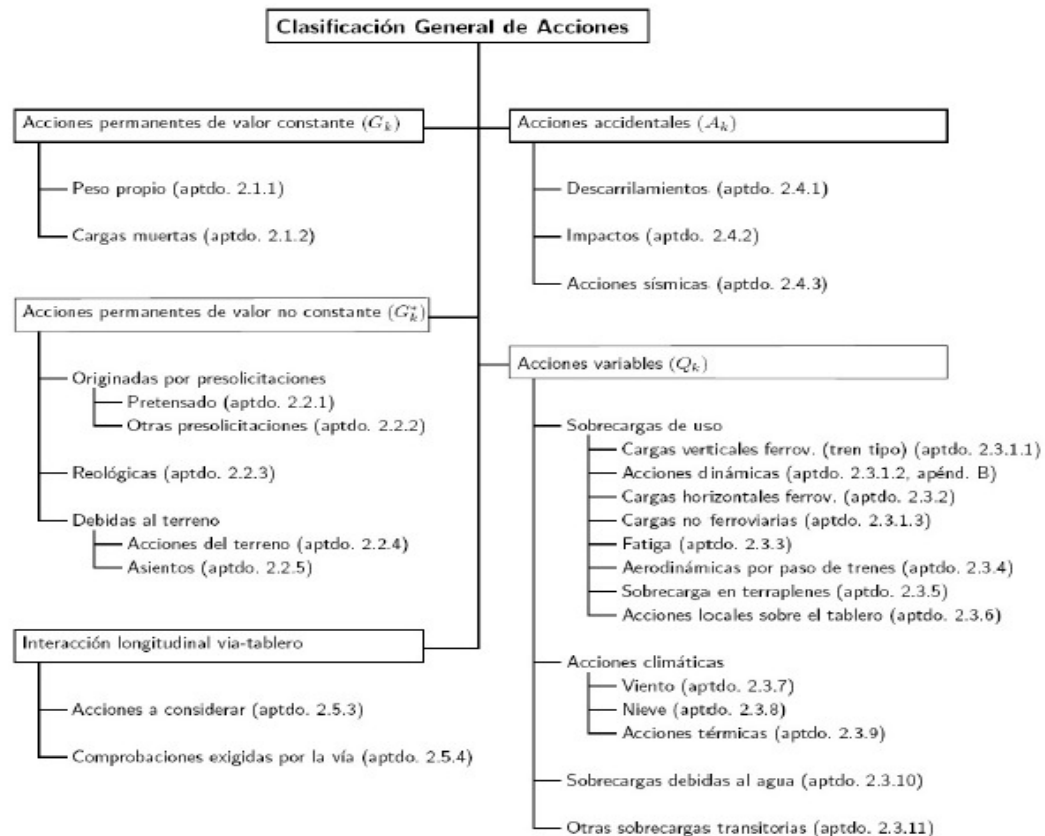
No se realiza análisis de los efectos de 2º orden  
Acción sísmica según Y  
Provincia: Navarra Término: Pamplona  
Clasificación de la construcción: Construcciones de importancia normal  
Aceleración sísmica básica ( $a_b$ ): 0.040 g, (siendo 'g' la aceleración de la gravedad)  
Coeficiente de contribución (K): 1.00  
Coeficiente adimensional de riesgo ( $\rho$ ): 1  
Coeficiente según el tipo de terreno (C): 1.30 (Tipo II)  
Coeficiente de amplificación del terreno (S): 1.040  
Aceleración sísmica de cálculo ( $a_c = S \times \rho \times a_b$ ): 0.042 g  
Método de cálculo adoptado: Análisis modal espectral  
Amortiguamiento: 5% (respecto del amortiguamiento crítico)  
Fracción de la sobrecarga a considerar: 0.50  
Fracción de la nieve a considerar: 0.50  
Número de modos: 3  
Coeficiente de comportamiento por ductilidad: 2 (Ductilidad baja).

b) Incendio:

El programa comprueba la resistencia al fuego de la estructura. Aplica el documento básico de seguridad en caso de incendio del CTE (DB-SI)

## 1.6.2 PARA EL TRAMO 2 (VIAL FERROCARRIL)

Para el tramo en el que pasan las vías del ferrocarril, se aplica la “Instrucción de acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril”. Esta Instrucción es aplicable también a proyectos de estructuras que soportan las vías férreas, como es el caso del túnel.



### 1.6.2.1 ACCIONES PERMANENTES

#### a) Peso propio

Es la carga debida al peso de los elementos estructurales. El propio programa Cype lo genera.

También se introduce una carga muerta de **0,2 t/m<sup>2</sup>**, que corresponde a los elementos no estructurales que gravitan sobre los estructurales, como por ejemplo los conductos de ventilación, luminarias,.. así como las propias vías férreas.

b) Acciones del terreno

b.1) Carga permanente sobre la losa superior del túnel debido al peso de la capa de arena que soporta:

$$Q = \text{Peso específico} \times \text{Altura}$$

$$Q = 1,8 \text{ t/m}^3 \times 1 \text{ m} = \mathbf{1,8 \text{ t/m}^2} \text{ (Aplicada a la losa superior)}$$

b.2) Empuje del terreno sobre los muros: Lo genera el programa Cypecad a partir de los siguientes datos.

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga: Carga permanente

Con nivel freático: Cota 398,2 m

Con relleno: Cota 402 m y material de relleno grava.

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 2.00 t/m<sup>3</sup>

Densidad sumergida 1.10 t/m<sup>3</sup>

Ángulo rozamiento interno 38.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

### 1.6.2.2 ACCIONES VARIABLES

a) Cargas verticales:

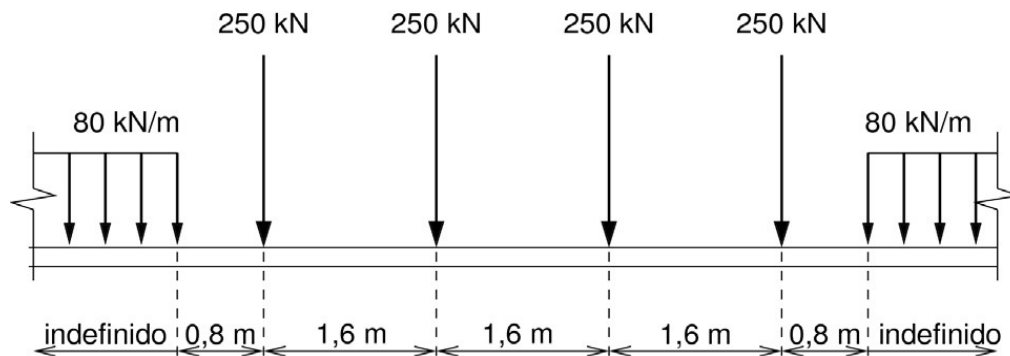
a.1) Tren de cargas ferroviarias:

La carga estática producida por el peso de los vehículos ferroviarios sobre una vía, se asimilará a la del tren UIC71, aplicada en el eje de la vía y a nivel de su plano de rodadura. Dicho tren se define por las acciones siguientes, actuando simultáneamente:

- Cuatro ejes de  $Q = 250 \text{ kN}$  cada uno, separados longitudinalmente entre sí 1,6 m, en la posición más desfavorable para el elemento y efecto en estudio. En consecuencia, podrá eliminarse alguna de estas cargas, manteniendo las distancias entre las demás, si ello resultara más desfavorable.

- Una sobrecarga uniformemente repartida de  $q = 80 \text{ kN/m}$  extendida en la longitud y posición que sea más desfavorable para el elemento y efecto en estudio. Así, podrá situarse por tramos discontinuos, si ello resultara más desfavorable.





Los dos tipos de acciones anteriores irán multiplicadas por un coeficiente de clasificación,  $\alpha$ , cuyo valor será:

$\alpha = 1,21$  para vías de ancho ibérico o UIC.

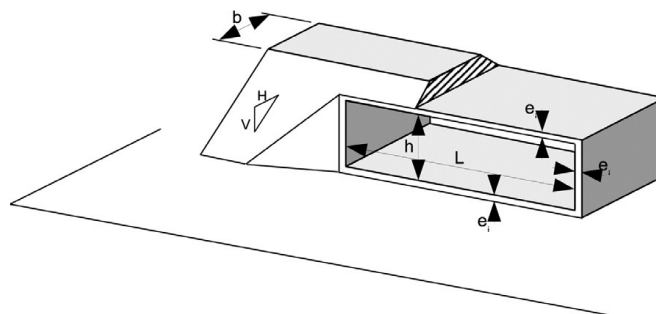
$\alpha = 0,91$  para vías de ancho métrico.

Como el ancho de vía es el Ibérico el coeficiente será  $\alpha = 1,21$ .

#### a.2) Efectos dinámicos debidos al tráfico:

La norma IAPF dice que en marcos bajo terraplén se podrá obviar el cálculo dinámico, sustituyéndolo por un cálculo estático con el tren tipo definido anteriormente afectado por su correspondiente coeficiente de impacto envolvente ( $\Phi$ ).

En estas estructuras no se producen fenómenos de resonancia al paso de los trenes, ya que al vibrar, no sólo se moviliza la masa y la rigidez del terraplén, sino que se aprovecha el amortiguamiento generado por la pérdida de energía transmitida al terreno, reduciéndose la aceleración máxima.

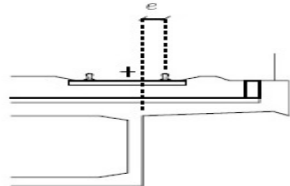


Se puede considerar al tramo del túnel como marco bajo terraplén, por lo tanto se procederá al cálculo del coeficiente de impacto envolvente ( $\Phi$ ).

El coeficiente de impacto  $\Phi$  deberá seleccionarse entre  $\Phi_2$  ó  $\Phi_3$  según los casos siguientes:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 \quad (\text{con } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67) \quad \Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,73 \quad (\text{con } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,0)$$

donde  $L_{\Phi}$  se obtiene de la siguiente tabla:

Caso	Elemento estructural	Longitud determinante ( $L_{\Phi}$ )
Tableros con losa de hormigón y vía sobre balasto		
4.1	Losa como parte de una viga cajón o ala superior de una viga principal – sentido transversal a las vigas principales – sentido longitudinal – viguetas transversales  – voladizos transversales soportando los carriles	3 veces la luz del vano de la losa  3 veces la luz del vano de la losa 2 veces la longitud de las viguetas transversales    – $e \leq 0,5 \text{ m}$ : 3 veces la distancia entre almas – $e > 0,5 \text{ m}$ <sup>(a)</sup>
4.2	Losa continua en dirección de las vigas principales apoyada en viguetas transversales	2 veces la separación entre viguetas transversales
4.3	Losa de puentes de tablero inferior: – dirección perpendicular a las vigas principales – dirección longitudinal	2 veces la luz del vano de la losa + 3,0 m 2 veces la luz del vano de la losa
4.4	Losa entre vigas metálicas embebidas en hormigón	2 veces la longitud determinante en dirección longitudinal
4.5	Voladizos longitudinales de la losa	– $e \leq 0,5 \text{ m}$ : 3,6 m <sup>(b)</sup> – $e > 0,5 \text{ m}$ <sup>(a)</sup>
4.6	Viguetas transversales extremas	3,6 m <sup>(b)</sup>

Resultados obtenidos para el túnel:

$$L_{\Phi} = 3 \times 6,6 \text{ m} = \mathbf{19,8 \text{ m}}$$

$$\Phi_2 = 1,159$$

$$\Phi_3 = 1,238$$

La norma indica que coeficiente elegir según la velocidad del ferrocarril:

$\Phi_3$	para $V \leq 120 \text{ km/h}$
$(\Phi_2 + \Phi_3)/2$	para $120 \text{ km/h} < V \leq 220 \text{ km/h}$
$\Phi_2$	para $V > 220 \text{ km/h}$

Como la velocidad del ferrocarril es de 80 km/h se elige  $\Phi_3 = \mathbf{1,238}$

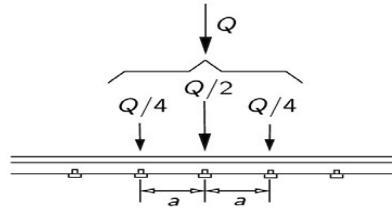
Una vez calculado el coeficiente de impacto  $\Phi$ , se multiplica a las cargas estáticas por dicho coeficiente y por el coeficiente de clasificación  $\alpha$ . Por tanto las cargas verticales debidas al paso del ferrocarril quedan:

$$250 \text{ kN} \times \alpha \times \Phi_3 = 250 \text{ kN} \times 1,21 \times 1,238 = \mathbf{374,495 \text{ kN}}$$

$$80 \text{ kN/m} \times \alpha \times \Phi_3 = 80 \text{ kN/m} \times 1,21 \times 1,238 = \mathbf{119,838 \text{ kN}}$$

Estas cargas se aplican sobre las vías férreas.

Las cargas puntuales se reparten longitudinalmente del siguiente modo:



$$Q/2 = 187,25 \text{ kN} = \mathbf{1,8725 \text{ t}}$$

$$Q/4 = 93,62 \text{ kN} = \mathbf{0,9362 \text{ t}}$$

#### a.3) Cargas no ferroviarias:

Todas las zonas no afectadas directamente por el tráfico ferroviario, se asimilarán a una sobrecarga vertical uniforme de **0,5 t/ m<sup>2</sup>** extendida en toda la superficie considerada o en parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento y efecto en estudio.

#### a.4) Hipótesis de cálculo:

La norma indica varias hipótesis en el caso que la estructura soporte do o más vías de ferrocarril. Como el túnel soporta 3 vías se estudiarán dos casos:

- Hipótesis 1: Las sobrecargas verticales halladas en el apartado b) se calcularán en dos vías simultáneamente.
- Hipótesis 2: Las sobrecargas verticales halladas en el apartado b) se calcularán en tres vías simultáneamente al 75% de su carga definida.

#### b) Cargas horizontales debidas al tráfico:

Se combinan al mismo tiempo con las cargas verticales. Al tratarse de un marco bajo terraplén se obvia el cálculo dinámico y por lo tanto, las cargas horizontales debidas al tráfico ferroviario. Estas cargas son las siguientes.

b.1) Frenado y arranque.

b.2) Fuerza centrífuga.

b.3) Efecto de lazo.

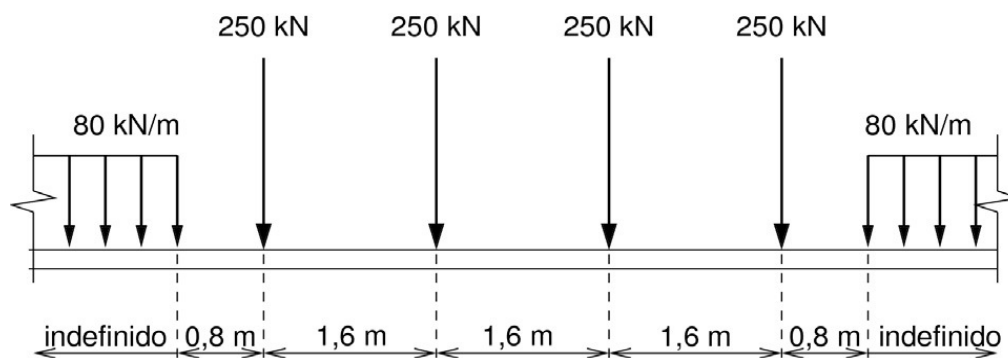
**c) Fatiga:**

Para el dimensionamiento o comprobación frente al estado límite de fatiga, se considerarán todas las acciones variables repetidas, producidas por la acción del tráfico, que se prevé que actúen a lo largo de la vida útil de la estructura (100 años). Para el cálculo se considera el procedimiento simplificado.

Este procedimiento es de aplicación cuando en las Instrucciones para el proyecto estructural se utilicen métodos de cálculo de los esfuerzos de fatiga basados en el tren de cargas definido en **6.2.2.1 a)**, afectado del coeficiente de clasificación ( $\alpha$ ) correspondiente, así como del coeficiente de impacto  $\Phi$  definido en **6.2.2.1 b)**.

En estructuras de ancho ibérico o UIC, en los que se aplique el procedimiento de comprobación respecto a la fatiga del artículo 9.5 del Eurocódigo EN1993-2, se utilizará el tren de cargas definido en **6.2.2.1 a)** adoptando como coeficiente de clasificación  $\alpha=1$ .

Así pues se considera **una sobrecarga debida a la fatiga de un tren de cargas en cada vía.**

**d) Nieve:**

Según el CTE, para una cubierta plana situada en una localidad de altitud inferior a 1000 metros es suficiente considerar una carga de nieve de **0,1 t/m<sup>2</sup>**.

**e) Acciones térmicas:**

Debido a la colocación de juntas de dilatación a lo largo del túnel, no se consideran las acciones térmicas ya que dichas juntas eliminan los efectos producidos por la variación de temperaturas de la estructura.

**1.6.2.3 ACCIONES ACCIDENTALES**

**a) Acciones sísmicas:**

El programa aplica automáticamente la NCSE-02. Para ello basta con seleccionar la localidad (Pamplona).

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

Acción sísmica según X

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Acción sísmica según Y

Provincia: Navarra Término: Pamplona

Clasificación de la construcción: Construcciones de importancia normal

Aceleración sísmica básica ( $a_b$ ): 0.040 g, (siendo 'g' la aceleración de la gravedad)

Coefficiente de contribución (K): 1.00

Coefficiente adimensional de riesgo ( $\rho$ ): 1

Coefficiente según el tipo de terreno (C): 1.30 (Tipo II)

Coefficiente de amplificación del terreno (S): 1.040

Aceleración sísmica de cálculo ( $a_c = S \times \rho \times a_b$ ): 0.042 g

Método de cálculo adoptado: Análisis modal espectral

Amortiguamiento: 5% (respecto del amortiguamiento crítico)

Fracción de la sobrecarga a considerar: 0.50

Fracción de la nieve a considerar: 0.50

Número de modos: 3

Coefficiente de comportamiento por ductilidad: 2 (Ductilidad baja).

**b) Incendio:**

El programa comprueba la resistencia al fuego de la estructura. Aplica el documento básico de seguridad en caso de incendio del CTE (DB-SI)

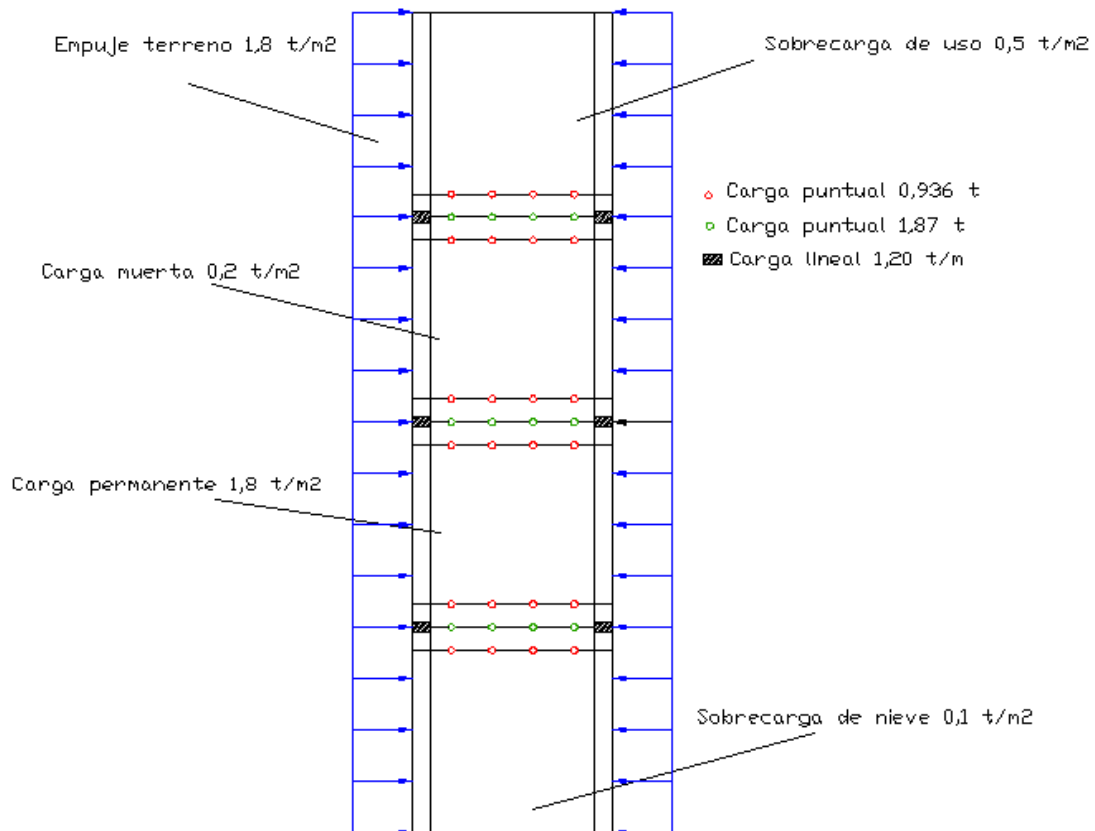
### **1.6.3 RESUMEN REPARTO DE CARGAS:**

#### **1.6.3.1 TRAMO 1:**

- Peso propio (permanente): Lo calcula automáticamente Cypecad.
- Carga muerta (permanente): 0,15 t/m<sup>2</sup>.
- Peso del terreno (permanente): 1,8 t/m<sup>2</sup>.
- Empuje del terreno sobre los muros (permanente): Lo calcula automáticamente Cypecad.
- Sobrecarga de uso (variable): 0,5 t/m<sup>2</sup>.
- Nieve (variable). 0,1 t/m<sup>2</sup>.
- Incendio: Lo calcula automáticamente Cypecad.
- Sismo: Lo calcula automáticamente Cypecad.



### 1.6.3.2 TRAMO 2:



Acciones que faltan en el esquema porque Cypecad las incluye automáticamente:

- Peso propio.
- Sismo.
- Incendio



### 1.6.3.3 TRAMO 3:

- Peso propio (permanente): Lo calcula automáticamente Cypecad.
- Carga muerta (permanente):  $0,15 \text{ t/m}^2$ .
- Peso del terreno (permanente):  $1,8 \text{ t/m}^2$ .
- Empuje del terreno sobre los muros (permanente): Lo calcula automáticamente Cypecad.
- Sobrecarga de uso (variable):  $0,5 \text{ t/m}^2$ .
- Nieve (variable).  $0,1 \text{ t/m}^2$ .
- Incendio: Lo calcula automáticamente Cypecad.
- Sismo: Lo calcula automáticamente Cypecad.

## 1.7 DATOS GENERALES

### 1.7.1 CATEGORÍA DE USO

Se emplea una categoría de uso E: Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros.

La cota de nieve es inferior o igual a 1000 metros

### 1.7.2 SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios.

a) Situaciones persistentes o transitorias:

a.1) Con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

a.2) Sin coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

b) Situaciones sísmicas:

b.1) Con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

b.2) Con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

$G_k$  Acción permanente.

$Q_k$  Acción variable.

$A_E$  Acción sísmica.

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes.

- $\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal.  
 $\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento.  
 $\gamma_{AE}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica.  
 $\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal.  
 $\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento.

### 1.7.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y COMBINACIÓN

#### a) Hormigón EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coef. De combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente	1	1,35	-	-
Sobrecarga	0	1,5	1	0,7
Nieve	0	1,5	1	0,5

Sísmica				
	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coef. De combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente	1	1	-	-
Sobrecarga	0	1	0,6	0,6
Nieve	0	1	0	0
Sismo	-1	1	1	0,3

#### b) Hormigón en cimentaciones:

Persistente o transitoria				
	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coef. De combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente	1	1,6	-	-
Sobrecarga	0	1,6	1	0,7
Nieve	0	1,6	1	0,5

Sísmica				
	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coef. De combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente	1	1	-	-
Sobrecarga	0	1	0,6	0,6
Nieve	0	1	0	0
Sismo	-1	1	1	0,3

c) Tensiones sobre terreno:

	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente	1	1
Sobrecarga	0	1
Nieve	0	1
Acciones sin sismo		

	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente	1	1
Sobrecarga	0	1
Nieve	0	1
Sismo	-1	1
Sísmica		

d) Desplazamientos:

	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente	1	1
Sobrecarga	0	1
Nieve	0	1
Acciones variables sin sismo		

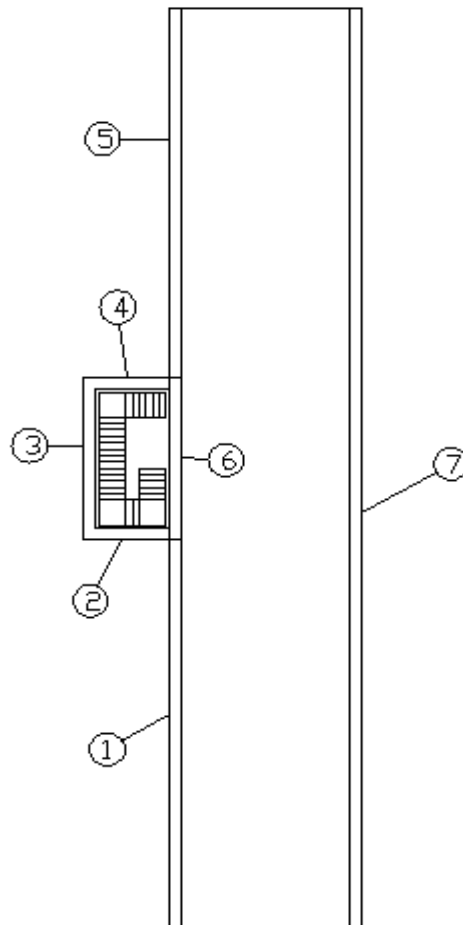


	Coef. Parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente	1	1
Sobrecarga	0	1
Nieve	0	1
Sismo	-1	1
Sísmica		



## 1.8 CÁLCULO TRAMO 1

El tramo 1 es un trazado recto de 88,6 metros en el que además hay una escalera de emergencia que accede al exterior. El tramo está formado por siete muros diferentes que se muestran a continuación.



La estructura cuenta con tres plantas diferentes:

- Planta 1: Situada a la cota de la solera del túnel (396,8 metros), desde la cual empieza a subir la escalera de emergencia.
- Planta 2: Es la correspondiente a la losa superior del túnel (401 metros).
- Planta 3: La que corresponde a la cota del terreno (402 metros) y a la cual accede la escalera de emergencia.

Longitudes de los muros (y de sus correspondientes zapatas):

M1: 61,20 m	M3: 6,45 m	M5: 20,95 m	M7: 88,6 m
M2: 3,30 m	M4: 3,30 m	M6: 6,45 m	

### 1.8.1 CIMENTACIONES (ZAPATA CORRIDA)

Referencia	Ancho (cm)	Vuelo izq.(cm)	Vuelo der.(cm)	Canto (cm)	Armado
Z1	90	30	30	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø16c/30
Z2	80	25	25	35	Inf. longitudinal: Ø12c/30 Inf. transversal: 4Ø12c/30
Z3	420	195	195	100	Inf. longitudinal: 22Ø16c/20 Inf. transversal: Ø16c/20 Sup. longitudinal: 22Ø16c/20 Sup. transversal: Ø16c/20
Z4	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z5	90	30	30	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z6	100	35	35	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø20c/30
Z7	120	45	45	35	Inf. longitudinal: 5Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/20 Sup. longitudinal: 5Ø12c/30 Sup. transversal: Ø12c/30

Mediciones de las zapatas corridas según Cypecad (se incluyen armaduras, arranques y mermas de acero):

Elemento	B 400 S, Ys= 1,15 (kg)				Hormigón (m3)	
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1,5	Limpieza
Z1	611,04	391,50	-	1002,54	19,28	5,51
Z2	45,90	-	-	45,90	0,92	0,26
Z3	35,27	1029,96	-	1065,23	27,09	2,71
Z4	45,90	-	-	49,90	0,92	0,26
Z5	323,29	-	-	323,29	6,60	1,89
Z6	66,17	-	107,32	173,46	2,26	0,64
Z7	2281,15	-	-	2281,15	36,96	10,56
Totales	3408,69	1421,46	107,32	4937,47	94,03	21,84

## 1.8.2 ARMADO MUROS

Ref.	Espesor (m)	Altura (m)	Arm.vert. Trasdós	Arm.hor. Trasdós	Arm.vert. Intradós	Arm.hor. Intradós	Long. (m)
M1	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	61,2
M2	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M3	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	6,45
M4	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M5	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	20,95
M6	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø10c/25	Ø12c/30	Ø10c/25	6,45
M7	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	88,6

Mediciones de los muros del tramo 1:

Hormigón HA-25,  $Y_c=1,5$ : 265,29 m<sup>3</sup>

Acero B 400 S,  $Y_s= 1,15$ : 42722 kg

Deformación lateral en muros del tramo 1 obtenida de Cypecad:

La deformación máxima es de **0,68 mm**.

La deformación es menor que  $L/350$ , ya que la altura del muro es de 4,2m

$$0,68 \text{ mm} < 4200/350$$

$$0,68 \text{ mm} < 12 \text{ mm}$$

Se cumple la limitación de flecha para los muros del tramo 1.

### 1.8.3 LOSA

La losa superior del túnel para el tramo 1 tiene las siguientes características:

-Canto de la losa:	<b>40 cm</b>
-Armadura inferior transversal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura inferior longitudinal:	<b>Ø12c/12,5</b>
-Armadura superior transversal:	<b>Ø12c/15</b>
-Armadura superior longitudinal:	<b>Ø16c/15</b>
-Superficie:	<b>628,76 m<sup>2</sup></b>

La flecha máxima aparece al combinar todas las acciones que soporta la losa: peso propio, peso del terreno, sobrecarga de nieve y sobrecarga de uso (G+G<sub>1</sub>+N+Q). La flecha máxima es 2,92 mm y es menor que L/ 350.

$$2,92 \text{ mm} < 7200/ 350$$

$$2,92 \text{ mm} < 20,57 \text{ mm}$$

Por lo tanto la losa **cumple** la limitación de flecha.

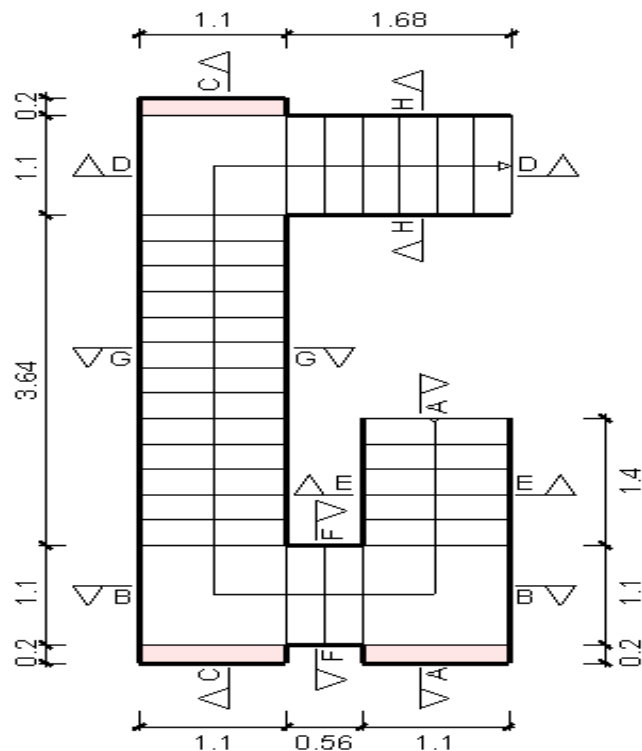
## 1.8.4 ESCALERAS

### 1.8.4.1 DATOS GENERALES

- Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$
- Acero: B 400 S,  $Y_s=1.15$
- Recubrimiento geométrico: 3.0 cm
- Ámbito: 1.100 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.180 m
- Peldaño: Hormigón
- Número de escalones: 30
- Desnivel que salva: 5,4 m
- Apoyo de las mesetas: Muro de hormigón

### 1.8.4.2 CARGAS

- Peso propio: 0,550 t/m<sup>2</sup>
- Peldaño: 0,170 t/m<sup>2</sup>
- Barandillas: -
- Solado: 0,1 t/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso: 0,2 t/m<sup>2</sup>



### 1.8.4.3 REACCIONES

Reacciones (t/m)		
Posición	Carga permanente	Sobrecarga de uso
Arranque	0.78	0.09
Meseta 1	2.95	0.28
Meseta 2	3.19	0.27
Meseta 3	5.00	0.32
Entrega	1.02	0.12

### 1.8.4.4 RESULTADOS

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
B-B	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
C-C	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
D-D	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
G-G	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
H-H	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

### 1.8.4.5 MEDICIONES

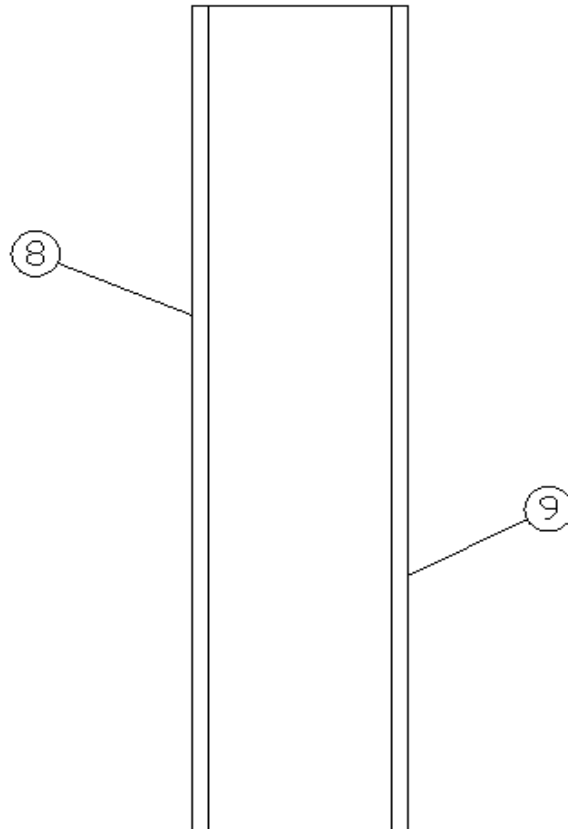
Medición		
Sección	Diámetro (mm)	Peso (kg)
A-A	Ø10	35,7
B-B	Ø10	36,5
C-C	Ø10	75,3
D-D	Ø10	39,5
E-E	Ø8	9,4
F-F	Ø8	4,7
G-G	Ø8	24,7
H-H	Ø8	12,6
Total		238,4

Volumen total de hormigón: 3,04 m<sup>3</sup>



## **1.9 CÁLCULO TRAMO 2**

El tramo 2 es un trazado recto de 32 metros por el que pasan 3 viales de ferrocarril. El tramo está formado por dos muros diferentes que se muestran a continuación.



Longitudes de los muros (y de sus correspondientes zapatas):

M8: 32 m

M9: 32 m

### 1.9.1 CIMENTACIONES (ZAPATA CORRIDA)

Referencia	Ancho (cm)	Vuelo izq.(cm)	Vuelo der.(cm)	Canto (cm)	Armado
Z8	120	30	30	35	Inf. longitudinal: 5Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z9	120	30	30	35	Inf. longitudinal: 5Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30

Mediciones de las zapatas corridas según Cypecad (se incluyen armaduras, arranques y mermas de acero):

Elemento	B 400 S $Y_s=1,15$ (kg)	Hormigón (m³)		Encofrado (m)
		HA-25, $Y_c = 1,5$	Limpieza	
Z8	689,01	13,44	3,84	22,4
Z9	689,01	13,44	3,84	22,4
Totales	1378,02	26,88	7,68	44,80

**1.9.2 ARMADO MUROS**

Ref.	Espesor (m)	Altura (m)	Arm.vert. Trasdós	Arm.hor. Trasdós	Arm.vert. Intradós	Arm.hor. Intradós	Long. (m)
M8	0,6	4,2	Ø12c/15	Ø20c/25	Ø12c/15	Ø20c/25	32
M9	0,6	4,2	Ø12c/15	Ø20c/25	Ø12c/15	Ø20c/25	32

Mediciones de los muros del tramo 2:

Hormigón HA-25,  $Y_c=1,5$ : 300,87 m<sup>3</sup>

Acero B 400 S,  $Y_s= 1,15$ : 17579 kg

Deformación lateral en muros del tramo 2 obtenida de Cypecad:

La deformación máxima es de **0,12 mm**.

La deformación es menor que  $L/350$ , ya que la altura del muro es de 4,2m

$0,12 \text{ mm} < 4200/350$

$0,12 \text{ mm} < 12 \text{ mm}$

Se cumple la limitación de flecha para los muros del tramo 2.

### 1.9.3 LOSA DE HORMIGÓN

La losa superior del túnel para el tramo 2 tiene las siguientes características:

-Canto de la losa:	<b>60 cm</b>
-Armadura inferior transversal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura inferior longitudinal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura superior transversal:	<b>Ø16c/15</b>
-Armadura superior longitudinal:	<b>Ø16c/15</b>
-Superficie:	<b>209,60 m<sup>2</sup></b>

La flecha máxima aparece al combinar todas las acciones que soporta la losa: peso propio, peso del terreno, sobrecarga de nieve y sobrecarga de uso (G+G<sub>1</sub>+N+Q). La flecha máxima es 0,88 mm y es menor que L/ 350.

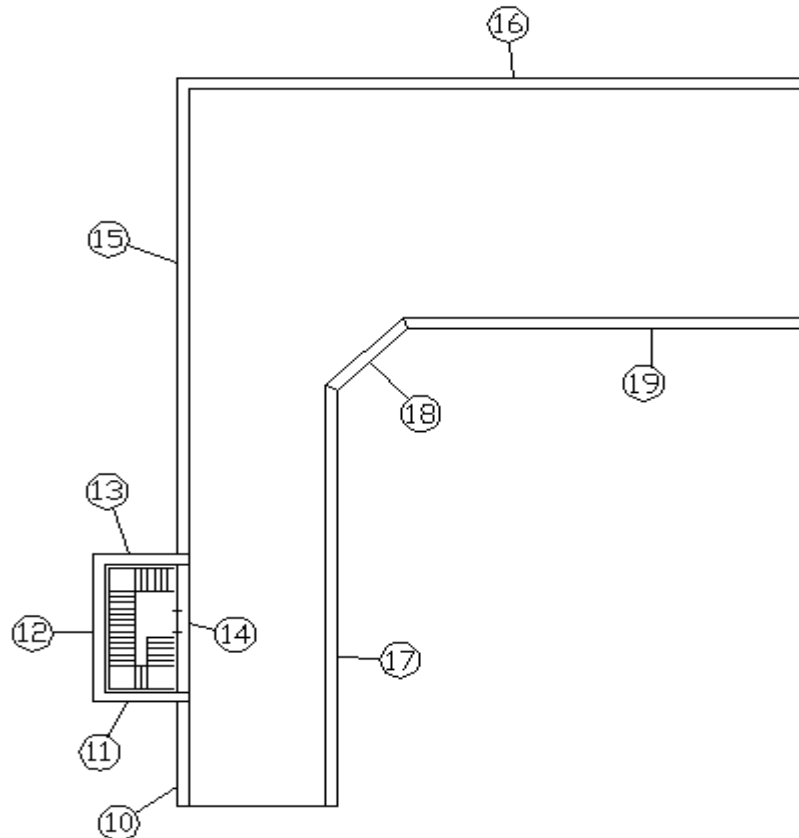
$$0,88 \text{ mm} < 7200/ 350$$

$$0,88 \text{ mm} < 20,57 \text{ mm}$$

Por lo tanto la losa **cumple** la limitación de flecha.

### 1.10 CÁLCULO TRAMO 3

El tramo 3 es un trazado que forma 90 grados en el que además hay una escalera de emergencia que accede al exterior. El tramo está formado por diez muros diferentes que se muestran a continuación.



La estructura cuenta con tres plantas diferentes:

- Planta 1: Situada a la cota de la solera del túnel (396,8 metros), desde la cual empieza a subir la escalera de emergencia.
- Planta 2: Es la correspondiente a la losa superior del túnel (401 metros).
- Planta 3: La que corresponde a la cota del terreno (402 metros) y a la cual accede la escalera de emergencia.

Longitudes de los muros (y de sus correspondientes zapatas):

M10: 9,70 m	M11: 3,30 m	M12: 6,45 m	M13: 3,30 m
M14: 6,45 m	M15: 20,95 m	M16: 27,22 m	M17: 35 m
M18: 4,46 m	M19: 17,17 m		

### 1.10.1 CIMENTACIONES (ZAPATA CORRIDA)

Referencia	Ancho (cm)	Vuelo izq.(cm)	Vuelo der.(cm)	Canto (cm)	Armado
Z10	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø16c/30
Z11	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z12	280	125	125	65	Inf. longitudinal: 10Ø16c/30 Inf. transversal: Ø16c/30 Sup. longitudinal: 10Ø16c/30 Sup. transversal: Ø16c/30
Z13	80	25	25	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z14	100	35	35	35	Inf. longitudinal: 4Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/30
Z15	90	30	30	45	Inf. longitudinal: 5Ø12c/25 Inf. transversal: Ø12c/25
Z16	130	50	50	80	Inf. longitudinal: 6Ø16c/25 Inf. transversal: Ø16c/25
Z17	150	60	60	45	Inf. longitudinal: 7Ø12c/25 Inf. transversal: Ø16c/30
Z18	150	60	60	35	Inf. longitudinal: 6Ø12c/30 Inf. transversal: Ø12c/15
Z19	180	75	75	80	Inf. longitudinal: 8Ø16c/25 Inf. transversal: Ø16c/25

Mediciones de las zapatas corridas según Cypecad (se incluyen armaduras, arranques y mermas de acero):

Elemento	B 400 S, Y <sub>s</sub> = 1,15 (kg)				Hormigón (m3)	
	Ø12	Ø16	Ø25	Total	HA-25, Y <sub>c</sub> =1,5	Limpieza
Z10	97.42	57.87	-	155.29	2.71	0.78
Z11	46.10	-	-	46.10	0.94	0.27
Z12	27.40	497.20	-	524.60	11.74	1.81
Z13	46.10	-	-	46.10	0.94	0.27
Z14	147.20	-	-	147.20	2.26	0.64
Z15	432.40	231.60	-	664.00	13.95	3.10
Z16	123.09	568.96	783,83	1475.88	28.31	3.54
Z17	356.95	581.82	-	938.77	23.59	5.24
Z18	102.31	-	-	102.31	2.34	0.67
Z19	77.61	480.15	494,15	1051.91	24.73	3.09
Totales	1456.58	2417.60	1277,98	5152.16	111.51	19.40



### 1.10.2 ARMADO MUROS

Ref.	Espesor (m)	Altura (m)	Arm.vert. Trasdós	Arm.hor. Trasdós	Arm.vert. Intradós	Arm.hor. Intradós	Long. (m)
M10	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	9,70
M11	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M12	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	6,45
M13	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø16c/30	Ø12c/30	Ø16c/30	3,3
M14	0,3	5,2	Ø12c/30	Ø10c/25	Ø12c/30	Ø10c/25	6,45
M15	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	20,95
M16	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	27,22
M17	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	35
M18	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	4,46
M19	0,3	4,2	Ø20c/30	Ø12c/15	Ø12c/30	Ø12c/15	17,17

Mediciones de los muros del tramo 3:

Hormigón HA-25, Yc=1,5: 207,73 m<sup>3</sup>

Acero B 400 S, Ys= 1,15: 34542 kg

Deformación lateral en muros del tramo 3 obtenida de Cypecad:

La deformación máxima es de **1,42 mm**.

La deformación es menor que L/350, ya que la altura del muro es de 4,2m

$$1,42 \text{ mm} < 4200/350$$

$$1,42 \text{ mm} < 12 \text{ mm}$$

Se cumple la limitación de flecha para los muros del tramo 3.

**1.10.3 LOSAS**

La losa superior del túnel para el tramo 3 tiene las siguientes características:

-Canto de la losa:	<b>40 cm</b>
-Armadura inferior transversal:	<b>Ø20c/15</b>
-Armadura inferior longitudinal:	<b>Ø20c/15</b>
-Armadura superior transversal:	<b>Ø20c/15</b>
-Armadura superior longitudinal:	<b>Ø20c/15</b>
-Superficie total:	<b>621,11 m<sup>2</sup></b>

La flecha máxima aparece al combinar todas las acciones que soporta la losa: peso propio, peso del terreno, sobrecarga de nieve y sobrecarga de uso (G+G<sub>1</sub>+N+Q). La flecha máxima es 24,36 mm y es menor que L/ 350.

$$24,36 \text{ mm} < 12400/ 350$$

$$24,36 \text{ mm} < 35,43 \text{ mm}$$

Por lo tanto la losa **cumple** la limitación de flecha.

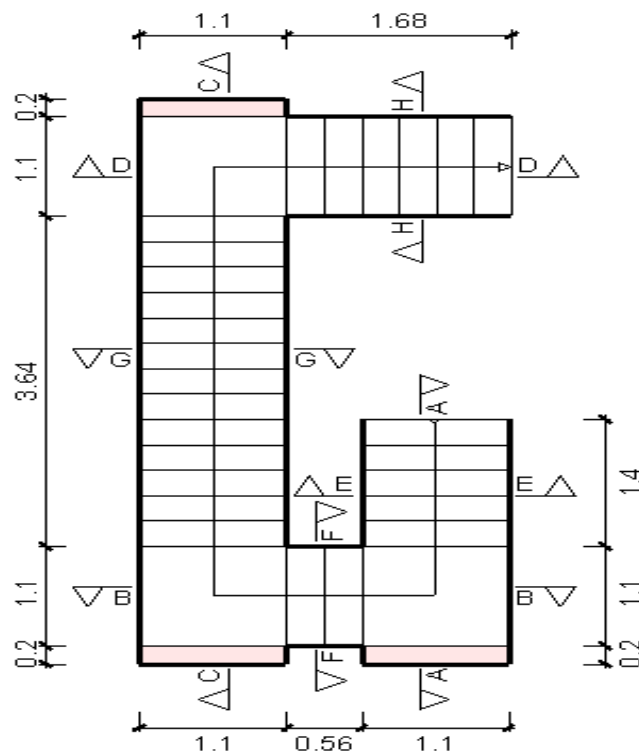
## 1.10.4 ESCALERAS

### 1.10.4.1 DATOS GENERALES

- Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$
- Acero: B 400 S,  $Y_s=1.15$
- Recubrimiento geométrico: 3.0 cm
- Ámbito: 1.100 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.180 m
- Peldañado: Hormigón
- Número de escalones: 30
- Desnivel que salva: 5,4 m
- Apoyo de las mesetas: Muro de hormigón

### 1.10.4.2 CARGAS

- Peso propio: 0,550 t/m<sup>2</sup>
- Peldañado: 0,170 t/m<sup>2</sup>
- Barandillas: -
- Solado: 0,1 t/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso: 0,2 t/m<sup>2</sup>



#### 1.10.4.3 REACCIONES

Reacciones (t/m)		
Posición	Carga permanente	Sobrecarga de uso
Arranque	0.78	0.09
Meseta 1	2.95	0.28
Meseta 2	3.19	0.27
Meseta 3	5.00	0.32
Entrega	1.02	0.12

#### 1.10.4.4 RESULTADOS

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
B-B	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
C-C	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
D-D	Longitudinal	Ø10c/20	Ø10c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
F-F	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
G-G	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
H-H	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

#### 1.10.4.5 MEDICIONES

Medición		
Sección	Diámetro (mm)	Peso (kg)
A-A	Ø10	35,7
B-B	Ø10	36,5
C-C	Ø10	75,3
D-D	Ø10	39,5
E-E	Ø8	9,4
F-F	Ø8	4,7
G-G	Ø8	24,7
H-H	Ø8	12,6
Total		238,4

Volumen total de hormigón: 3,04 m<sup>3</sup>

## 1.11 SOLERA

La solera interior del túnel no es un elemento estructural pero debe soportar una sobrecarga de uso de **0,5 t/m<sup>2</sup>** debida al paso de las carrocerías así como su propio peso y una carga permanente de **0,15 t/m<sup>2</sup>** debido al peso de los patines que arrastran a las carrocerías y otros componentes que se encuentran en el interior del túnel.

Según la Norma Técnica Estructural, el capítulo Revestimiento de Suelos (Soleras) NTE RSS, la presente solera está catalogada como solera semipesada (RSS 5).

Características de la solera:

-Canto de la solera:	15 cm de hormigón
-Armado superior:	Mallazo Ø8c/15
-Armado inferior:	Mallazo Ø8c/15
- Superficie:	1121,86 m <sup>2</sup>

## 1.12 ANEXO A LOS CÁLCULOS

### 1.12.1 COMPROBACIONES DE LOS MUROS

M1		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,819 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,856 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,01 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,128 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 353,17 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 28,01 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 43,16 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 26,2 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M2		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,427 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,710 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,508 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,73 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 3,12 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 29,41 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 21,23 t/m <sup>2</sup>	Cumple



M3		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,324 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,578 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,415 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,994 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 43,64 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 22,41 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 3,09 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 7,33 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M4		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,411 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,063 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,602 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,236 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 3,12 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 29,12 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 26,13 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M5		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,814 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,937 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,944 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,045 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 74,94 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 7,40 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 42,42 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 26,29 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M6		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,860 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,555 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,89 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,595 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 57,94 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 12,53 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 49,82 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 41,41 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M7		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,383 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,392 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,428 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,238 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 384,21 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 574,44 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 42,73 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 24,41 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M8		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,929 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,968 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,412 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 3,474 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 87,54 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 14,68 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 61,39 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 35,37 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M9		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,923 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,962 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,447 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 3,443 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 87,44 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 14,47 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 61,19 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 35,32 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M10		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,987 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,101 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,355 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,513 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 55,09 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 42,78 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 29,56 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,499 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,588 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,237 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,257 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 3,89 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 31,24 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 19,91 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,295 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,436 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,57 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0,822 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 28,23 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 23,68 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 5,69 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 6,96 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,391kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,581 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,543 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,615 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 3,39 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 28,23 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 19,8 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M14		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,83 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,084 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,915 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,177 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 62,62 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 11,61 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 47,92 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 33,08 t/m <sup>2</sup>	Cumple



M15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,913 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,93 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,913 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,93 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 135,25 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 32,61t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 19,57 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,886 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,897 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,24kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,34 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 356,57 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 0 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 23,9 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 14,12 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,173 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,188 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,385 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,431 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 216,568 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 243,69 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 32,59 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 19,49 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,926 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,983 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,456 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,601 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 28,6 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 43,18 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 75,61 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 45,9 t/m <sup>2</sup>	Cumple

M19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,691 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1,721 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones persistentes	Máximo: 2,5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,49 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Tensión máxima en situaciones accidentales	Máximo: 3,75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2,628 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flexión en zapata	Momento X : 0 t.m Momento Y: 165,67 t.m	Cumple
Cortante en zapata	Cortante X : 0 t Cortante Y: 9,17 t	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones persistentes	Máximo: 509,68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 28,89 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Compresión oblicua en zapata en situaciones accidentales	Máximo: 588,09 t/m <sup>2</sup> Calculado: 17,35 t/m <sup>2</sup>	Cumple

## 1.12.2 CUANTIAS DE LOS MUROS

Tramo 1: Total obra - Superficie total: 962.27 m<sup>2</sup>.

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (Kg)
Forjados	628.76	237.77	19803
Vigas	333.51		
Encofrado lateral	220.82		
Muros	1768.62	265.29	25766
Escaleras	18.67	3.04	239
Total	2970.38	506.10	45808
Índices (por m <sup>2</sup> )	3.087	0.526	47.60

Tramo 2: Total obra - Superficie total: 324,81 m<sup>2</sup>.

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (Kg)
Forjados	209,60	125.76	7379
Vigas	115,21		
Encofrado lateral	93,81		
Muros	583,68	175,11	10200
Total	1002,30	300,87	17579
Índices (por m <sup>2</sup> )	3.086	0.526	54,12

Tramo 3: Total obra - Superficie total: 904,11 m<sup>2</sup>.

Elemento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Barras (Kg)
Forjados	621.11	234.45	36231
Vigas	283		
Encofrado lateral	227,29		
Muros	1384.82	207,73	34542
Escaleras	18.67	3.04	239
Total	2534.89	445,22	71012
Índices (por m <sup>2</sup> )	2,804	0,492	78,54



## 2-INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

## **2.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO**

El siguiente documento recoge todos los aspectos para el diseño y cálculo de la instalación de ventilación del túnel.

El objetivo de la instalación de ventilación es la de proporcionar, mediante un sistema mecánico, un caudal de aire limpio al interior del túnel convirtiéndolo en un lugar apto para la actividad industrial.

## **2.2 NECESIDAD DE LA VENTILACIÓN**

Las personas necesitan aire que aporte oxígeno al metabolismo. Este aire debe tener una calidad suficiente y estar libre de contaminantes que afecten negativamente a al organismo. En los locales cerrados el aire se vuelve inaceptable para el consumo humano con el paso del tiempo: humos, polvo, personas respirando, etc. La técnica que controla y procura un cambio del aire interior polucionado por otro nuevo de mejor calidad es la ventilación.

En estructuras como la del presente proyecto, túnel sin posibilidad de ventilación natural, es necesario un sistema de ventilación que renueve el aire, evitando la formación de ambientes insalubres.

## **2.3 NORMATIVA**

La ventilación de los locales está regulada por el RITE, el cual establece la obligatoriedad de cumplir la norma UNE 100011, que establece los caudales mínimos de cada local, en función de su uso y ocupantes.

En la tabla siguiente se resume dicha norma:



CAUDALES DE AIRE INTERIOR MÍNIMO DE VENTILACIÓN (SEGÚN NORMA UNE 100011)-					
Tipo de local		Caudales de aire exterior en l/s por unidad			
		Por persona	Por m²	Por local	Otros
<input type="checkbox"/>	Almacenes		0,75 a 3		
<input type="checkbox"/>	Aparcamientos		5		
<input type="checkbox"/>	Archivos		0.25		
<input type="checkbox"/>	Aseos públicos (1)				25 (12)
<input type="checkbox"/>	Aseos individuales			15	
<input type="checkbox"/>	Auditorios	8			
<input type="checkbox"/>	Aulas	8			
<input type="checkbox"/>	Autopsia		2.5		
<input type="checkbox"/>	Bares	12	12		
<input type="checkbox"/>	Cafeterías	15	15		
<input type="checkbox"/>	Canchas para el deporte		2.5		
<input type="checkbox"/>	Comedores	10	6		
<input type="checkbox"/>	Cocinas (2) (3)	8	2		
<input type="checkbox"/>	Descanso, Salas de	20	15		
<input type="checkbox"/>	Dormitorios colectivos	8	1.5		
<input type="checkbox"/>	Escenarios	8	6		
<input type="checkbox"/>	Espera y recepción (Salas)	8	4		
<input type="checkbox"/>	Estudios Fotográficos		2.5		
<input type="checkbox"/>	Exposiciones (Salas de)	8	4		
<input type="checkbox"/>	Salas de fiestas	15	15		
<input type="checkbox"/>	Sala de fisioterapia	10	1.5		
<input type="checkbox"/>	Gimnasios	12	4		
<input type="checkbox"/>	Gradas de recintos deportivos	8	12		
<input type="checkbox"/>	Grandes almacenes (14)	8	2		
<input type="checkbox"/>	Habitaciones de hotel			15	
<input type="checkbox"/>	Habitaciones de hospital	15			
<input type="checkbox"/>	Imprentas, reproducción y planos		2.5		
<input type="checkbox"/>	Salas de juegos	12	10		
<input type="checkbox"/>	Laboratorios (6)	10	3		
<input type="checkbox"/>	Lavanderías industriales (1) (3)	15	5		
<input type="checkbox"/>	Vestibulos	10	15		
<input type="checkbox"/>	Oficinas	10	1		
<input type="checkbox"/>	Paseos de centros comerciales		1		
<input type="checkbox"/>	Pasillos (15)				
<input type="checkbox"/>	Piscinas (7)		2.5		
<input type="checkbox"/>	Quirófanos y anexos	15	3		
<input type="checkbox"/>	Salas de reuniones	10	5		
<input type="checkbox"/>	Salas de recuperación	10	1.5		
<input type="checkbox"/>	Supermercados (14)	8	1.5		
<input type="checkbox"/>	Talleres: - En general - En centros docentes - De reparación automática (5)	30 10	3 3 7.5		
<input type="checkbox"/>	Templos para culto	8			
<input type="checkbox"/>	Tiendas: En general De animales (8) Especiales (10)	10 - -	0.75 5 2		
<input type="checkbox"/>	UVIS (8)	10	1.5		
<input type="checkbox"/>	Vestuarios (8)		2.5		10 (13)

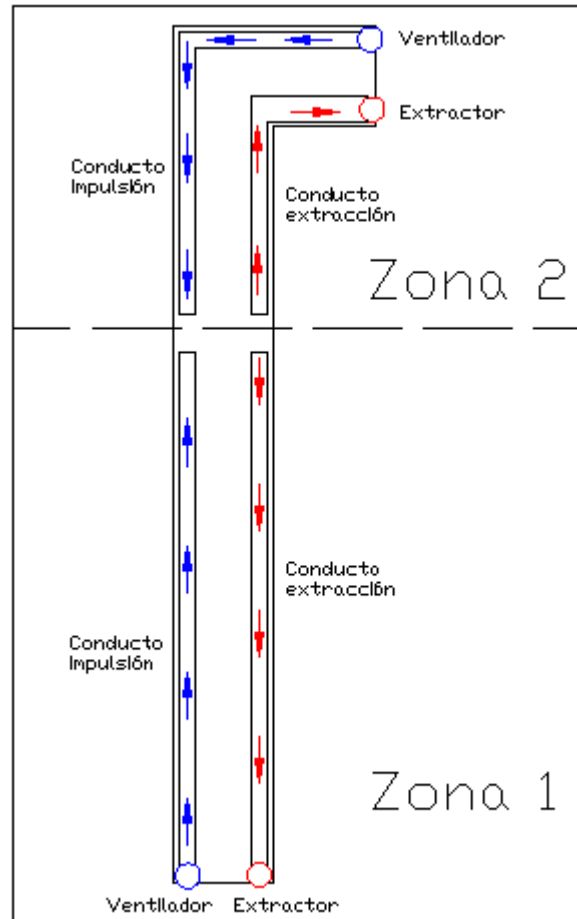
(\*) Notas de la norma que se ven en cada caso.

(\*) Notas de la norma que se ven en cada caso.

## 2.4 TIPO DE VENTILACIÓN

De la gran variedad de sistemas de ventilación que existen se elige para el túnel un sistema de ventilación forzada (extracción-impulsión) debido a que esta es la mejor manera de renovar el aire debido a la falta de ventilación natural.

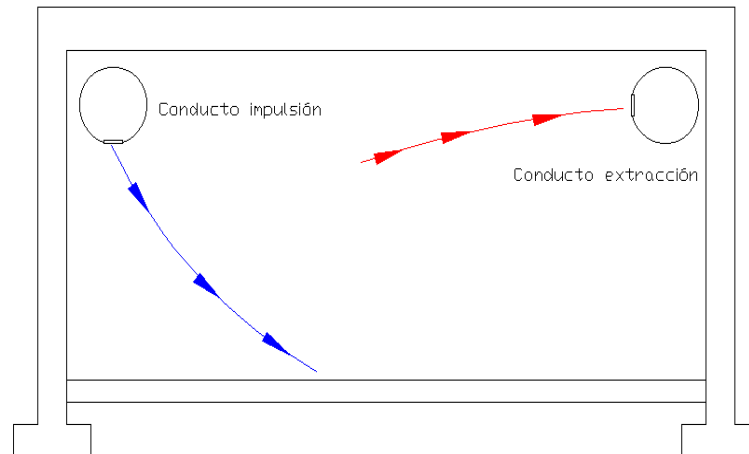
Debido a su forma (gran longitud), y para reducir las pérdidas de carga debidas a la longitud de los conductos se divide el área a ventilar en dos zonas como se muestra en el dibujo. Cada zona dispondrá de su propia instalación.



Se dotará al túnel de 4 conductos, 2 conductos impulsores (que introducirán aire desde los dos extremos del túnel) y 2 conductos extractores (que expulsarán el aire hacia los dos extremos del túnel). Los conductos recorrerán el trazado del túnel por la parte superior de este.

A los conductos impulsores se les conectará un ventilador a cada uno comunicado con el exterior, de este modo el ventilador cogerá aire limpio y lo enviará por el conducto de impulsión. Por medio de elementos de difusión colocados a lo largo del conducto se distribuye el aire limpio por todo el túnel.

El aire viciado del túnel es expulsado al exterior mediante el conducto de extracción. Este conducto conectado a un extractor, absorbe el aire por medio de los difusores del conducto y lo envía directamente al exterior. Así se consigue una renovación continua del aire interior del túnel y por lo tanto un lugar apto para la actividad industrial.



## 2.5 COMPONENTES DE LA VENTILACIÓN

Los componentes de la instalación son los siguientes:

- Ventiladores impulsores: Máquinas que hace mover al aire al generar una presión. Están conectados al conducto impulsor y en contacto con el exterior.
- Extractores: Máquinas que hace mover al aire al generar una subpresión. Están conectados al conducto extractor y en contacto con el exterior.
- Conductos: Elementos por los que circula el aire. Serán circulares y de chapa metálica.
- Elementos de difusión: Rejillas de salida del aire.
- Elementos de mando: Pulsadores de arranque y parada.
- Elementos de seguridad: fusibles, relés magnetotérmicos,..

## 2.6 PARÁMETROS A TENER EN CUENTA

### 2.6.1 SECCIÓN DEL CONDUCTO

Es el área interior perpendicular al paso del aire. Se mide en m<sup>2</sup>. Para secciones circulares:

$$S = \Pi /4 D^2$$

S = Superficie en m<sup>2</sup>

D = diámetro interior en m.

## **2.6.2 RUOSIDAD DEL CONDUCTO**

La rugosidad nos indica si el interior de un conducto es más o menos liso. Es el tamaño medio de los salientes o entrantes de la superficie.

Es claro que el aire circulará más fácilmente si el conducto es más liso, y peor si el conducto es más rugoso.

Los conductos de chapa que se emplearán son poco rugosos.

## **2.6.3 VELOCIDAD**

La velocidad de circulación del aire por el interior del conducto se mide en m/s.

La velocidad máxima depende del tipo de conducto. Un aumento de la velocidad por encima de los valores recomendados aumentará el nivel de ruido y la pérdida de carga en los conductos.

## **2.6.4 PRESIÓN**

La presión en el interior de un conducto tiene dos componentes:

- Presión estática.
- Presión dinámica.

Se mide normalmente en Pa manómetro. Como las presiones en los conductos son muy pequeñas se suele medir la diferencia de presiones, entre el interior y el exterior del conducto, con un manómetro diferencial.

## **2.6.5 CAUDAL**

El caudal es el volumen de aire por unidad de tiempo y se mide en Litros/segundo o en m<sup>3</sup>/hora.

Como el caudal resulta difícil de medir se calcula de forma indirecta conociendo la sección de paso, y la velocidad del aire.

$$Q = V \times S$$

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

S = Sección en m<sup>2</sup>.

V = Velocidad en m/seg.

### 2.6.6 PÉRDIDAS DE CARGA

Al circular el aire por un conducto se provocan choques y rozamientos con las paredes que provocan su frenado. Cuanto mayor sea dicho roce y la fuerza de los choques, mayor presión necesitará aportar el ventilador para que circule el caudal necesario, es decir el roce provoca una pérdida de presión o de carga.

Esta pérdida de carga se mide igual comparando la presión existente al principio del tramo a medir y la presión del final. La pérdida de carga depende de:

- La velocidad del aire. A más velocidad, más pérdida de carga.
- La forma del conducto. Cuanto más circular menor pérdida.
- El material del conducto. A mayor rugosidad, más pérdida.
- La longitud del conducto. A mayor longitud, más pérdida.

#### a) Pérdida unitaria

Es la caída de presión en un metro lineal de conducto. Se expresa en Pa/m (pascales por metro. Se denomina J. En algunas gráficas se expresa en Pa/100 m (Pascales por 100 m de conducto)

#### b) Pérdida total

Conociendo la pérdida de carga unitaria “J” de un conducto, podemos saber la pérdida total en un tramo de longitud “L”. Siendo:

$$P_2 - P_1 = J \times L$$

P<sub>2</sub> = Presión en el punto n° 2 en Pascales.

P<sub>1</sub> = Presión en el punto n° 1 en Pascales.

J = Pérdida de carga unitaria en Pa/m.

L = La longitud en m.

### 2.6.7 RUIDO

Factor importante a la hora de dimensionar la instalación. El ruido no puede sobrepasar unos límites para evitar molestias. El ruido depende de la velocidad y de las pérdidas de carga.

Es el nivel de ruido que produce la circulación del aire en conductos o rejillas, se mide en decibelios dBA.

## **2.7 CÁLCULO DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN DE AIRE**

### **2.7.1 CAUDAL NECESARIO**

La cantidad de aire para la ventilación un local depende del nivel de actividad física de los ocupantes, ya que al realizar ejercicio físico se consume más oxígeno que si se permanece sentado en reposo.

También depende del tipo de local, ya que la ventilación necesaria es distinta en una tienda que en una discoteca.

En locales donde no se conocen los ocupantes, se multiplica los m<sup>2</sup> de superficie del local por el factor de la norma, y se obtiene igualmente el caudal total de ventilación.

Así pues para el túnel, en el que no existen puestos de trabajo específicos, se harán los cálculos en función de los m<sup>2</sup> de superficie.

La Norma UNE 100011 detalla para cada actividad la ventilación necesaria en L/s.

Es decir, multiplicamos el total de m<sup>2</sup> del local, por el factor que nos indica la norma, y obtenemos el caudal total de ventilación del local en L/s.

Para la zona 1:

- Superficie zona 1: 726 m<sup>2</sup>
- Tipo local: Consideramos al túnel como taller y elegimos la opción general. A pesar de que no es un taller, se elige esta opción y se asegura que el caudal necesario nunca será mayor que el elegido para los cálculos, ya que en el túnel no habrá puestos de trabajo salvo las labores de mantenimiento ni tampoco focos de contaminación o humos.

Con estos datos se va a la tabla que proporciona la norma UNE 100011 y para el local taller general el valor de caudal necesario es 3 l/s por cada m<sup>2</sup>.

Aplicamos la fórmula:  $Q = S \times F$

Zona 1:  $Q = 726 \text{ m}^2 \times 3 \text{ l/s m}^2 = \mathbf{2178 \text{ l/s}}$



Caudal necesario:  $Q = 7840,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Para la zona 2:

- Superficie zona 2:  $644 \text{ m}^2$
- Tipo local: Ídem zona 1.

Con estos datos se va a la tabla que proporciona la norma UNE 100011 y para el local taller general el valor de caudal necesario es 3 l/s por cada  $\text{m}^2$ .

Aplicamos la fórmula:  $Q = S \times F$

Zona 2:  $Q = 644 \text{ m}^2 \times 3 \text{ l/s m}^2 = 1932 \text{ l/s}$

Caudal necesario:  $Q = 6955,2 \text{ m}^3/\text{h}$

## 2.7.2 DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE IMPULSADO

A continuación se muestra una tabla con valores recomendados de velocidad según el tipo de local.

Para el túnel se considerará una velocidad del conducto principal de **6 m/s**. Esta velocidad supone un nivel sonoro bajo.

Conductos principales	Uso del local	Velocidad M/s
	Viviendas y salones	4
	Oficinas, restaurantes	5,5 a 6,5
	Salas de espectáculos	6,5 a 9
	Grandes almacenes	9 a 10,5
Ramales pequeños		Velocidad M/s
	Viviendas y salones	3
	Oficinas, restaurantes	6,5
	Salas de espectáculos	5,5
	Grandes almacenes	7,5
Salidas de aire		Velocidad M/s
	Viviendas y salones	2,5 a 3,5
	Oficinas, restaurantes	2,5 a 3,5
	Salas de espectáculos	4,5 a 5,5
	Grandes almacenes	6 a 9
Tomas aire exterior	Todos	3,5

### 2.7.3 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTO DE IMPULSIÓN

Por medio de la fórmula:

$$Q = V \times S$$

Donde:            Q: Caudal de aire  
                      V: Velocidad del aire  
                      S: Sección del conducto

a) Zona 1:

$$Q = 7840,8 \text{ m}^3/\text{h} = 2,178 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 6 \text{ m/s}$$

$$S = 0,363 \text{ m}^2$$

Como la sección es circular:

$$S = \Pi / 4 D^2$$

$$D = 680 \text{ mm}$$

b) Zona 2:

$$Q = 6955,2 \text{ m}^3/\text{h} = 1,833 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 6 \text{ m/s}$$

$$S = 0,306 \text{ m}^2$$

Como la sección es circular:

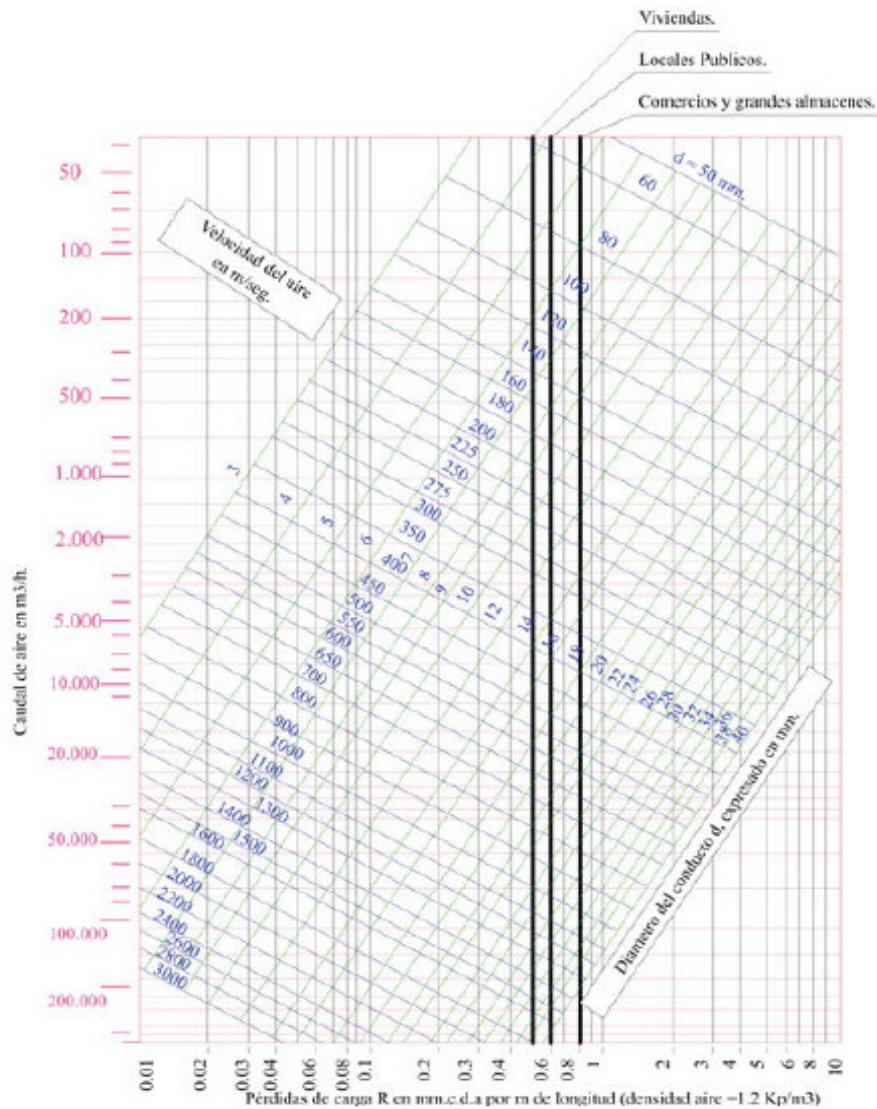
$$S = \Pi / 4 D^2$$

$$D = 625 \text{ mm}$$

### 2.7.4 PÉRDIDA DE PRESIÓN

Introduciendo en la siguiente tabla el caudal necesario y la velocidad se obtiene de forma gráfica el diámetro del conducto (ya estaba calculado analíticamente) y la pérdida de carga en mm c.a.

Perdida de presión en los conductos de aire.  
(Conducto circular de chapa)



Con los datos del proyecto se obtiene una pérdida de carga de  $J=0,05 \text{ mm c.a.}$  en las dos zonas.

Pasar de mm de columna de agua a Pascales y se obtienen  $J=50 \text{ Pascales / metro}$

Los codos suponen una pérdida de carga extra cuya equivalencia en metros se obtiene de la siguiente tabla:

METROS LINEALES EQUIVALENTES DE CONDUCTO RECTO												
codos		conducto o cota $h$ , en milímetros										
		75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	$r = d$	1,3	1,7	2,5	3,4	4,3	5,1	6	6,8	7,6	8,5	10
	$r = 1,5 d$	0,9	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6	7,2
	$r = 2 d$	0,7	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
	$r = 2,5 d$	0,6	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,8
$\frac{1}{h} = 0,025$		0,5	0,7	1	1,4	1,7	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	4,2

Para un conducto de 700 mm el equivalente a un codo son 12 metros.

Pérdida de todo el conducto ( $\Delta P = J \times L$ ):

- Zona 1 : 50 Pa/m x 110 m = **5500 Pascales**
- Zona 2: 50 Pa/m x (80 m + 12 m) = **4600 Pascales**

### 2.7.5 CAUDAL POR REJILLA

En un local se puede hacer una aproximación dividiendo el caudal total entre el número de rejillas, de esta forma obtenemos el caudal de cada rejilla. Como norma general se considera que el caudal de una rejilla está entre 400 y 800 m<sup>3</sup>/h.

La separación entre rejillas será de 5,5 metros, por tanto el número de rejillas será:

$Q_{\text{rejilla}} = Q / n^{\circ} \text{ rejillas}$

- Zona 1: 20 rejillas                       $Q_{\text{rejilla}} = 7840,8 \text{ m}^3/\text{h} / 20 = \mathbf{392,04 \text{ m}^3/\text{h}}$
- Zona 2: 16 rejillas                       $Q_{\text{rejilla}} = 6955,2 \text{ m}^3/\text{h} / 16 = \mathbf{434,7 \text{ m}^3/\text{h}}$

Las rejillas colocadas en los conductos de impulsión de aire llevarán reguladores de caudal para que se pueda ajustar el caudal de salida de cada una, y crear la pérdida de carga que precisa para que todas las salidas queden iguales.

### 2.7.6 ELECCIÓN DE COMPONENTES

a) Zona 1:

1. Con los datos obtenidos anteriormente (caudal necesario = 7840,8 m<sup>3</sup>/h y pérdida de carga = 5500 Pa) se elige una caja centrífuga de ventilación serie Centribox, modelo CVT-320/320 de la casa comercial Soler y Palau, que proporciona un caudal de 8400 m<sup>3</sup>/h.
2. 110 metros de tubo helicoidal para conducto de 700 mm de diámetro, que es el diámetro comercial más parecido al diámetro de cálculo. Modelo SR, casa comercial Brinner.
3. Rejillas (20) de dimensiones 525x75 mm colocadas cada 5,5 metros. Casa comercial Brinner.

b) Zona 2:

1. Con los datos obtenidos anteriormente (caudal necesario = 6955,2 m<sup>3</sup>/h y pérdida de carga = 4600 Pa) se elige una caja centrífuga de ventilación serie

Centribox, modelo CVT-320/240 de la casa comercial Soler y Palau, que proporciona un caudal de 7500 m<sup>3</sup>/h.

2. 84 metros de tubo helicoidal para conducto de 630 mm de diámetro, que es el diámetro comercial más parecido al diámetro de cálculo. Casa comercial Brinner.
3. Rejillas (16) de dimensiones 525x75 mm colocadas cada 5,5 metros. Casa comercial Brinner.
4. Codo 90° de diámetro 630 mm. Casa comercial Brinner.

## **2.8 SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE AIRE**

### **2.8.1 ZONA 1**

El caudal de aire a extraer será el mismo que se introduce. La instalación de extracción de la zona 1 es igual que la instalación de impulsión de la zona 1.

Componentes:

1. Unidad de extracción CJMP-1640.4T-7,5, casa comercial Palau y Soler, con capacidad de extracción hasta 9000 m<sup>3</sup>/h.
2. 110 metros de tubo helicoidal para conducto de 700 mm de diámetro. Casa comercial Brinner.
3. 20 rejillas de dimensiones 525x75 mm colocadas cada 5,5 metros. Casa comercial Brinner.

### **2.8.2 ZONA 2**

El caudal de aire a extraer será el mismo que se introduce. La instalación de extracción de la zona 1 es igual que la instalación de impulsión de la zona 1.

Componentes:

1. Unidad de extracción CJMP-1435.4T-5,5, casa comercial Palau y Soler, con capacidad de extracción hasta 7500 m<sup>3</sup>/h
2. 66 metros de tubo helicoidal para conducto de 630 mm de diámetro. Casa comercial Brinner.



3. 12 rejillas de dimensiones 525x75 mm colocadas cada 5,5 metros. Casa comercial Brinner.
4. Codo 90° de diámetro 630 mm. Casa comercial Brinner.

## **2.9 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

Las operaciones más habituales que se deben realizar en la instalación de ventilación son las siguientes:

1. Limpieza de rejillas, cuando se vean sucias.
2. Limpieza de rodets y palas, una vez al año o cuando vibren.
3. Limpieza de conductos, cada cinco años.
4. Engrase de cojinetes, una vez al año.
5. Tensado de correas, cada seis meses.



### 3-INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



### 3.1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente estudio se van a analizar las protecciones e instalaciones contra incendios que deberán ser instalados en el túnel, a partir de las probabilidades de fuego.

Para el diseño de la instalación de protección contra incendios no sirve el DB-SI del CTE, ya que no es aplicable para establecimientos industriales.

Por tanto el cálculo de la instalación contra incendios se realizará mediante el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”.

Este reglamento es fácil aplicarlo a establecimientos comunes tales como naves industriales, pero para el caso del túnel es necesario hacer algunas consideraciones que se explicaran más adelante.

El objetivo es establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben de cumplir el túnel para prevenir la aparición y para dar una respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades consideradas de prevención tendrán como objetivo limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio. Las actividades de respuesta en cambio, tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

### 3.2 CARACTERIZACIÓN DEL TÚNEL EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

#### 3.2.1 CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON SU ENTORNO

El Reglamento distingue estos tipos de edificios:

Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

**TIPO A:** El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.

**TIPO B:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que esta adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de

otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

**TIPO C:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios sus susceptibles de propagar el incendio.

Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

**TIPO D:** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

**TIPO E:** El establecimiento ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Dado que la caracterización del túnel no coincide exactamente con ninguna de las que se citan en el reglamento, consideramos que pertenece al **Tipo B**, que es el que más se le parece.

### 3.2.2 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

- $Q_s$  = densidad de carga de fuego ponderada y corregida en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>
- $q_{si}$  = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>
- $C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los comburentes que existen en el sector de incendio.
- $R_a$  = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en la en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio en m<sup>2</sup>.

- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Los valores de q<sub>si</sub>, C<sub>i</sub> y R<sub>a</sub> se obtienen de tablas:

Coefficiente por peligrosidad bajo:

$$C_i = 1$$

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C <sub>i</sub>		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub>, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
C <sub>i</sub> = 1,60	C <sub>i</sub> = 1,30	C <sub>i</sub> = 1,00

Actividad industrial: Carrocerías automóvil:

$$q_{si} = 200 \text{ MJ}$$

$$R_a = 1$$

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q <sub>s</sub>		R <sub>a</sub>	q <sub>v</sub>		R <sub>a</sub>
	MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>		MJ/m <sup>3</sup>	Mcal/m <sup>3</sup>	
Artículos metálicos, forjado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, fresado	200	48	1,0			
Artículos metálicos, fundición	40	10	1,0			
Artículos metálicos, grabación	200	48	1,0			
Artículos metálicos, soldadura	80	19	1,0			
Artículos metálicos, soldadura ligera	300	72	1,0			
Artículos pirotécnicos	Especial	Especial	Especial	2.000	481	3,0
Aserraderos	400	96	1,5			
Asfalto (bidones, bloques)				3.400	817	2,0
Asfalto, manipulación de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Automóvil, carrocerías de	200	48	1,0			

Del proyecto se obtienen el resto de datos que faltan:

$$A = 1472 \text{ m}^2$$

$S = 1472 \text{ m}^2$  ya que en toda la superficie el proceso industrial es el mismo

Por tanto, aplicando la fórmula:

$$Q_s = 200 \text{ MJ/ m}^2$$

Por medio de otra tabla se obtiene el nivel de riesgo intrínseco:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Como  $200 \text{ MJ/ m}^2 < 425 \text{ MJ/ m}^2$

**Nivel de riesgo intrínseco: Bajo 1**

### 3.3 SECTORIZACIÓN DEL TÚNEL

La siguiente tabla muestra la superficie máxima para cada sector:

Como  $1472 \text{ m}^2 < 6000 \text{ m}^2$

**Número de sectores para el túnel: 1**

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m²)	TIPO B (m²)	TIPO C (m²)
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000
MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8	NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

### 3.4 MATERIALES

Los productos utilizados como revestimiento en el suelo deben tener la clase M2 o más favorable. El túnel cumple porque su suelo llevará un revestimiento M0 (o material clase A según UNE EN 14533)

Según la UNE 23727-90(Ensayos de reacción al fuego de los materiales utilizados en construcción).

M2: Difícilmente inflamable (para inflamarse necesitan un contacto directo con llama, ardiendo lentamente y presentando un aporte de calor externo continuo).

M0, para materiales no combustibles, implica que el material no entra en combustión.

En paredes y techo no hay revestimiento y el hormigón (M0) cumple la normativa ya que se exige M2.

Resumiendo, el túnel está dotado de materiales M0 (o materiales clase A según UNE EN 14533) por lo que cumple de sobra con el Reglamento.

### 3.5 ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES

La estructura portante necesita **R 90** (planta sótano, riesgo bajo y tipo B) según la siguiente tabla:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Al ser muros y losa de hormigón sin revestimientos, la estructura portante del túnel la estabilidad se cumple.

### 3.6 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determina la ocupación de los mismos (P).

$P = 1,10 p$ , cuando  $p < 100$  y donde  $p$  es igual al número de personas que constituyen la plantilla que ocupa el sector de incendio.

El túnel es un sector en el que no trabaja nadie, únicamente se utiliza para transportar las carrocerías. No obstante se considerará un número de 8 operarios que trabajan (para labores de mantenimiento no se necesita tanta gente).

$$P = 1,1 \times 8 = 9$$

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

(\*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean

igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(\*\*) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(\*\*\*) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Debido a que el riego e bajo y los materiales implicados son de clase A la distancia máxima de evacuación es de 100 metros. Como el túnel tiene 170 metros de longitud se necesita una salida de emergencia al exterior, aunque se construirán **dos salidas de emergencia**. En el documento “Planos” se definen las salidas.

### 3.6.1 DIMENSIONADO DE ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

#### a) Puertas y pasos

Se debe cumplir:  $A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

$$A > 9 / 200 = 0,045 \text{ m}$$

$A > 0,8 \text{ m}$  Para el túnel se eligen puertas de 1 metro

Las puertas se abrirán en el sentido de la evacuación.

#### b) Escaleras que salen al exterior

Se debe cumplir:  $A \geq P / 480 \geq 1,00 \text{ m}$

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

$$A > 9 / 480 = 0,001875 \text{ m}$$

$A > 1 \text{ m}$  Para el túnel escaleras de 1,1 metro

## 3.7 PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS



### **3.7.1 SISTEMA MANUAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS**

Se instalarán sistemas manuales de alarma en el caso de incendios, cuando la superficie total construida sea de 1000 m<sup>2</sup> o superior o cuando, según el Real Decreto 2267/2004 suponga la no instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

En el caso del túnel, al no instalarse sistemas automáticos de detección de incendios, es obligatoria la posición de estos pulsadores de alarma.

Los pulsadores de alarma se situarán junto a las salidas de evacuación de los sectores de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no superará los 25 metros.

### **3.7.2 EXTINTORES DE INCENDIO**

Los extintores de incendio son aparatos autónomos que contienen un agente extintor, el cual proyectado y dirigido sobre el fuego por la acción de una presión interna. Esta presión puede obtenerse por una presurización interna permanente, por una reacción química o por liberación de un gas auxiliar.

Los extintores se caracterizan por ser de uso rápido, ligeros y fáciles de utilizar. Se trata del primer instrumento de choque contra fuego. Son aparatos portátiles cuyo agente extintor está contenido en los mismos y con un peso y dimensiones adecuadas para su transporte y uso a mano.

Constan de las siguientes partes:

- Recipiente que contiene el agente extintor.
- Boquilla de descarga, conectada a un tubo sifón, para garantizar la salida del agente extintor.
- Válvula, situada entre el tubo sifón y la boquilla de apertura o cierre a voluntad.

Los extintores colocados deberán cumplir con la Norma UNE 23110, la Instrucción Técnica Complementaria sobre extintores de incendios MIE-AP-5 (Orden 31-5-82) y el Reglamento de Aparatos a Presión sobre extintores (Orden 26-10-83).

En el túnel se pueden dar los siguientes tipos de fuegos:

- Fuego de tipo A (sólidos)
- Fuego eléctrico.

Para este tipo de fuegos se utilizan extintores con el agente extintor polvo ABC Polivalente.

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

En el caso de producirse un fuego, la eficacia mínima de los extintores será de 21 A. se colocaran extintores de polvo ABC polivalente, de 9 kg de capacidad. Serán necesarios un total de 6 extintores.

Se situaran cerca de los riesgos probables, pero evitando en lo posible, que en caso de incendio se vean afectados. Los lugares tendrán buena visibilidad y nunca obstaculizaran el flujo de materiales o maquinaria.

Llevaran incorporado un soporte para su fijación a los muros por un mínimo de dos puntos, mediante tacos y tornillos de forma que una vez dispuestos sobre dicho soporte, el extremo superior del extintor se encuentre a un máximo de 1,70 metros de altura respecto al suelo.

La ubicación de cada extintor se indicara mediante rótulos luminosos con la inscripción “Extintor”, el rotulo será fluorescente y resultara fácilmente legible a una distancia mínima de 7,5 metros.

Será necesario inspeccionar los extintores para comprobar que la carga y presión son los adecuados.

### 3.7.3 SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia está equipado con una fuente de energía automática y entrara en funcionamiento automáticamente al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal, o cuando la tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La función básica del alumbrado de emergencia será:

- Facilitar la localización en que debe de verificarse la evacuación en cada punto.

- Facilitar la localización de las instalaciones de protección de incendios.

En cumplimiento de la NBE-CPI-96 y del Reglamento Electrónico para Baja Tensión se establecerá al alumbrado de emergencia con una autonomía de 1 hora, complementando con una adecuada señalización de las vías de escape de la industria.

Se emplazarán luminarias de emergencia autónomas conectadas a la red de baja tensión de la industria, llevarán incorporadas señalizaciones con flechas que conduzcan hacia la salida y rótulos de salida. Se instalarán a lo largo de los pasillos y sobre las puertas con un distanciamiento máximo entre ellas de 7 m.

El sistema de alumbrado de emergencia contará con una iluminación de 1 lux como mínimo a nivel de suelo en los recorridos de evacuación y 5 lux en las zonas de concentración de medidas de protección contra incendios.

Los medios de iluminación de emergencia estarán adecuados a las dimensiones de los locales.

El tiempo de respuesta de estos equipos será de 15 segundos.

### **3.7.4 SEÑALIZACIÓN**

Se instalarán rótulos de señalización de las salidas de uso habitual así como en todos los equipos de protección contra incendios instalados en el túnel:

- Extintores.
- Pulsadores de alarma.
- Salidas.

Los rótulos serán de material plástico autoadhesivo de unas dimensiones de 20 × 30 cm, indicando el equipo instalado y se colocarán sobre los equipos.

### **3.8 RESUMEN INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

1. Dos salidas de emergencia al exterior del túnel. La situación y dimensiones aparecen en el documento “Planos”. Las escaleras que acceden a la zona segura del exterior tiene 1,1 m de ancho.
2. Puertas de emergencia para las salidas de emergencia. Dos puertas de 1 m de ancho.
3. Pulsadores de emergencia. Cada 25 metros y junto a las salidas de emergencia.
4. Seis extintores de 9 kg de capacidad. Eficacia mínima de los extintores 21 A. Tipo de agente extintor: polvo ABC polivalente.



5. Alumbrado de emergencia. Cada 7 metros a lo largo del túnel indicando el recorrido de emergencia y sobre las salidas de emergencia.
6. Señalización de emergencia. Sobre los extintores, pulsadores y salidas.



## 4-CÁLCULO INSTALACIÓN DE DRENAJE

## 4.1 INTRODUCCIÓN

El siguiente cálculo pretende dimensionar la instalación de drenaje del túnel a partir de datos de 40 años de precipitaciones máximas anuales. A partir de estos se obtiene mediante Gumbel las precipitaciones en 24 horas para periodos de retorno determinados.

Con las precipitaciones esperadas en 24 horas se puede calcular el número de bombas necesarias para la instalación de drenaje, el tamaño de éstas, el diámetro de la tubería porosa,...

## 4.2 OBTENCIÓN DE DATOS

Los datos de las precipitaciones que se manejan son datos recogidos durante 40 años que pertenecen al observatorio de Pamplona, cuyas características más importantes son:

1. Longitud: 1° 39'W
2. Latitud: 42°49'N
3. Altura: 461 m

Con estos datos y mediante la estadística (Distribución Gumbel) se crea un caudal máximo que se da en un periodo de retorno.

**Periodo de retorno:** Es el tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos improbables y con posibles efectos catastróficos. Así, en ingeniería hidráulica es el tiempo medio entre dos trombas de agua por encima de un cierto caudal. El período de retorno, generalmente expresado en años, puede ser entendido como el número de años en que se espera que se repita un cierto caudal, o un caudal mayor. Así podemos decir que el período de retorno de un caudal de 100 m<sup>3</sup>/s, para una sección específica de un río determinado, es de 20 años, si, caudales iguales o mayores de 100 m<sup>3</sup>/s se producen, en media a cada 20 años.

**Precipitaciones esperadas:** Cantidad de agua por metro cuadrado máxima que se puede dar en el periodo de retorno.

A continuación se muestra la tabla de datos para la estación de Pamplona.

<b>PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES</b>	
<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACION mm/h</b>
1953	79.1
1954	25.0
1955	44.0
1956	46.0
1957	46.0
1958	85.0
1959	64.0
1960	91.0
1961	116.0
1962	50.0
1963	40.0
1964	55.0
1965	54.0
1966	58.0
1967	50.8
1968	64.2
1969	88.8
1970	43.2
1971	48.1
1972	47.2
1973	39.8
1974	67.3
1975	79.0
1976	27.0
1977	46.6
1978	31.8
1979	65.4
1980	41.0
1981	32.4
1982	31.2
1983	42.7
1984	43.8
1985	40.5
1986	25.1



1987	32.4
1988	39.1
1989	90.8
1990	43.6

<b>Media mm/h</b>	53.0
<b>Mediana mm/h</b>	46.3
<b>Sigma</b>	21.2

## AJUSTE DE GUMBEL

**Código Estación: 9-262 (Navarra)**

**Nombre Estación: Pamplona (Observatorio)**

<b>Periodos de retorno Años</b>	<b>Precipitaciones esperadas mm/h</b>
2	49.7
5	70.9
10	84.9
25	102.6
50	115.7
75	123.4
100	128.8
250	145.9
500	158.9
1000	171.8

### 4.3 ELECCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO

Al tratarse de una obra para canalizar agua de lluvia de mediano o gran porte, se escogerá un periodo de prueba de 50 años. Es decir, las precipitaciones máximas esperadas son de 115,7 mm /h en cada metro cuadrado.

#### 4.4 CAUDAL A EVACUAR

El agua se filtra por el terreno hasta la losa superior del túnel en donde se encuentra la tela impermeable y el geotextil que reconduce el agua a la tubería porosa. La superficie de terreno que se desea evacuar es igual a la superficie en planta del túnel.

$$\text{Superficie} = 1496,81 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal} = \text{Superficie} \times \text{Precipitaciones esperadas}$$

$$\text{Caudal} = 1496,81 \text{ m}^2 \times 115,7 \text{ l/m}^2 \text{ h} = 173180,92 \text{ l/h}$$

$$\text{Caudal} = 173,181 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 4.5 ELECCIÓN DE COMPONENTES

Se colocará una tubería porosa de 150 mm de diámetro alrededor del túnel que recogerá el agua. Por medio de 2 bombas centrífugas se impulsará el agua de las tuberías hasta la arqueta de pluviales.

Las bombas están conectadas en serie. Una boya situada junto a la bomba 1, que es el punto de menor cota de toda la instalación, acciona el funcionamiento de ambas bombas cuando el nivel de agua alcanza una altura determinada. De este modo se asegura que las bombas no trabajen nunca en vacío.

Las bombas elegidas son las electro-bombas centrífugas monobloc de la casa comercial Ebara, modelo MD 66-200/22, capaces de evacuar 120 m<sup>3</sup>/h a una altura de 49 m.

#### PRESTACIONES

- Presión máxima de trabajo: 10 bar.
- Temperaturas máxima del líquido vehiculado: 90°C

#### MATERIALES

- Cuerpo de bomba, soporte e impulsor: Hierro fundido.
- Eje: AISI 304
- Cierre mecánico: Carbón / Cerámica / NBR

#### DATOS TÉCNICOS

- Motor asíncrono 2 polos.
- Aislamiento Clase F



- Protección IP55
  - Monofásica 230V  $\pm 10\%$  50 Hz
  - Trifásica 230/400V  $\pm 10\%$  50 Hz hasta 4 kW inclusive 400/690V  $\pm 10\%$  50 Hz para potencias superiores
  - Condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático incorporados (monofásica).
- Trifásica: protección a cargo del cliente



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

### **DOCUMENTO N° 3: PLANOS**

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

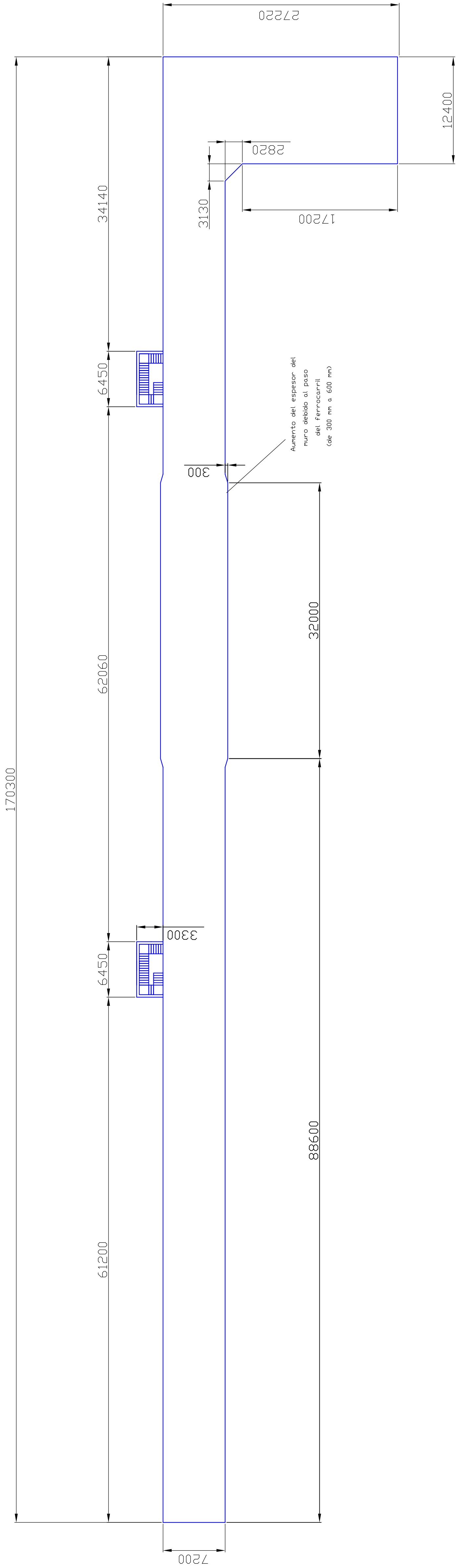
Tutor: Arturo Resano Lázaro

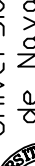
Pamplona, 9 de septiembre de 2011



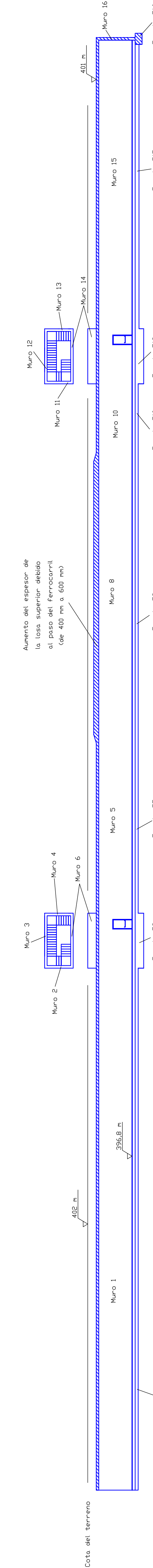




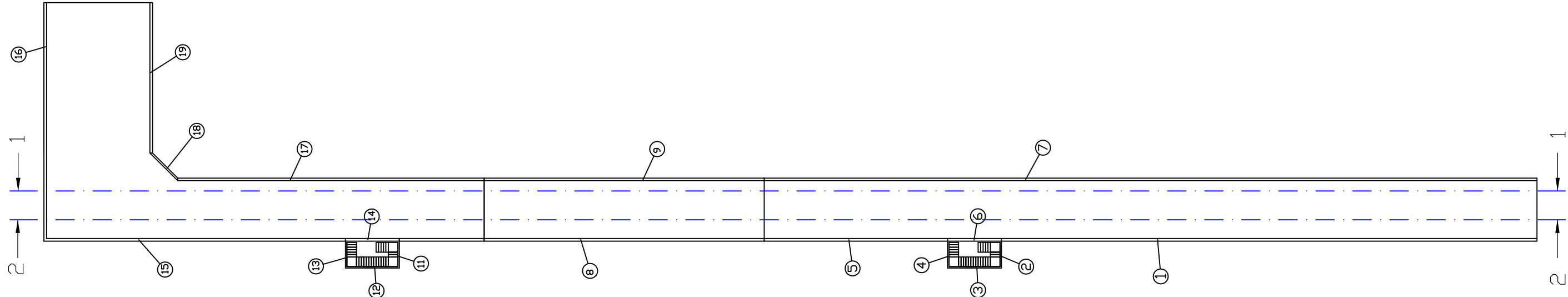
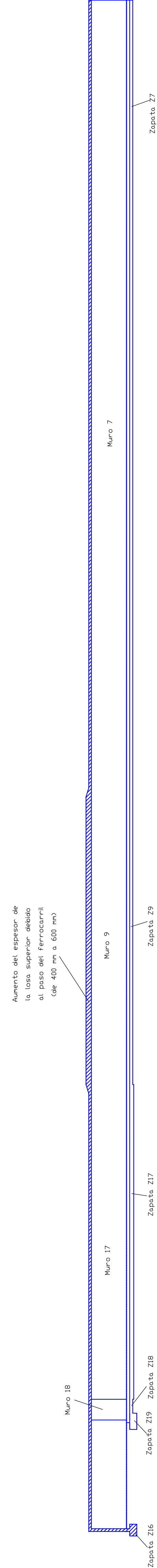



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	ETS.IIT	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
Proyecto:		Realizado:	
Túnel de hormigón armado		Ayábar Jiménez, Javier	
Plano:		Firma:	
Planta		Fecha:	
		09/09/2011	
		Nº Plano:	
		2	
		Escala:	
		1:300	

Sección 1-1

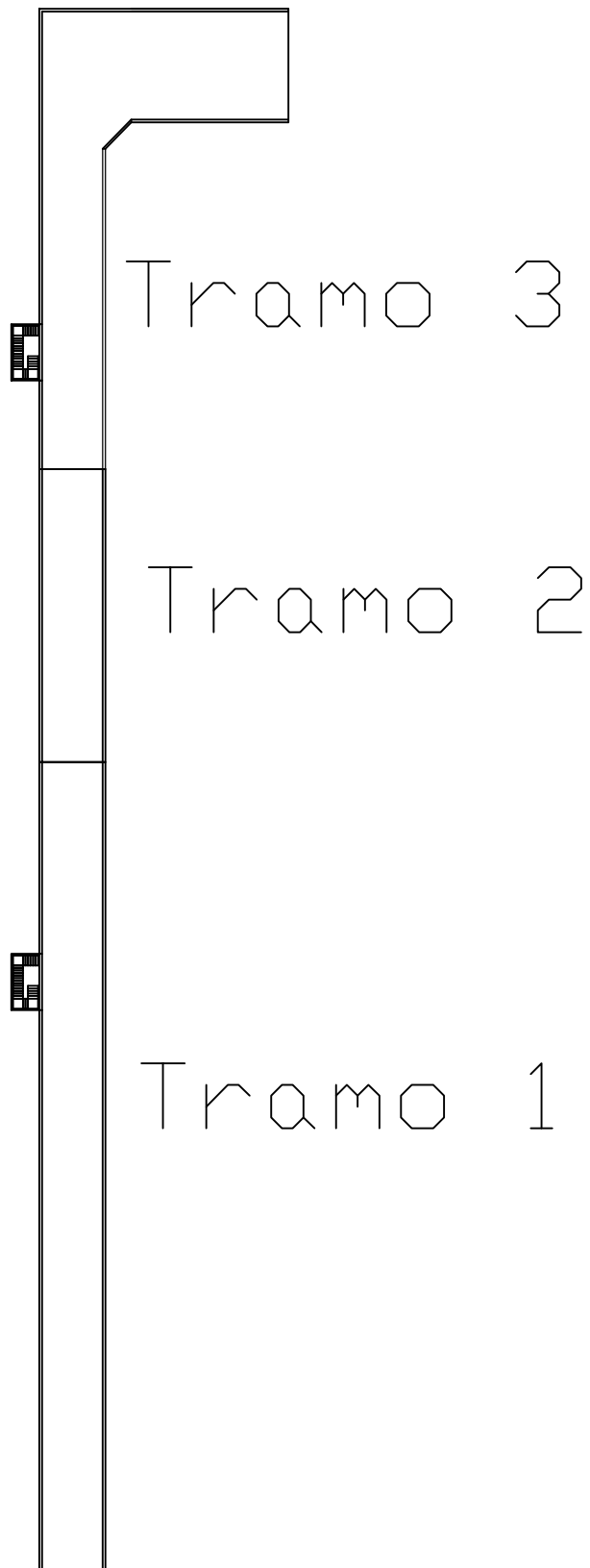


Sección 2-2



	Universidad Pública de Navarra	ETS.IIT	Departamento de ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
	Nafarroako Unibertsitate Publikoa	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
Proyecto:		Túnel de hormigón armado	
Realizador:		Ayábar Jiménez, Javier	
Firma:			
Plano:		Nº Plano:	Escala:
Secciones transversales		3	1:300





Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T

INGENIERO  
TÉCNICO INDUSTRIAL M.

Departamento:  
DEPARTAMENTO DE ING.  
MECÁNICA, ENERGÉTICA  
Y DE MATERIALES

Proyecto:

Túnel de hormigón armado

Realizado:

Ayábar Jiménez, Javier

Firma:

Fecha:

09/09/2011

Nº Plano:

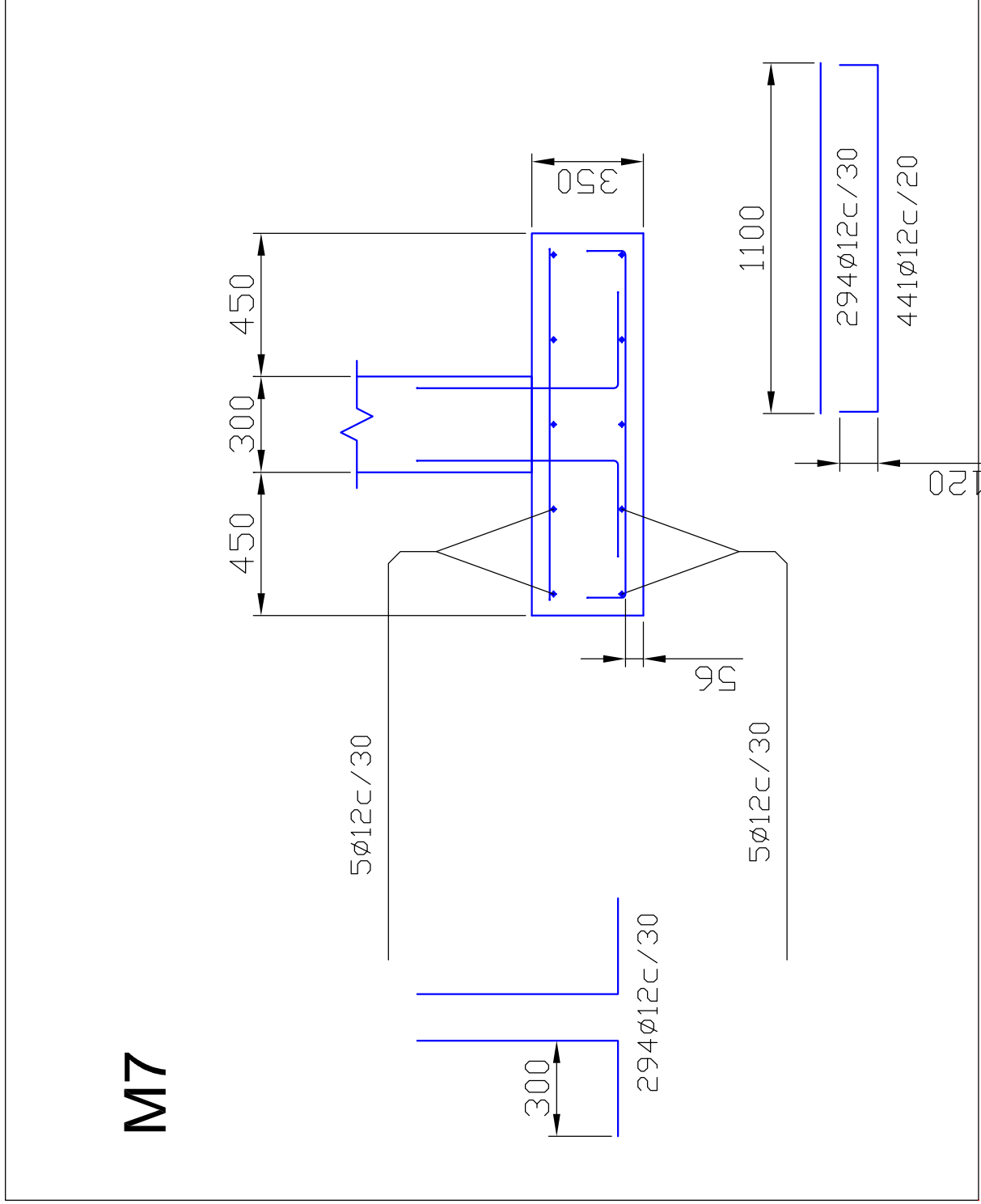
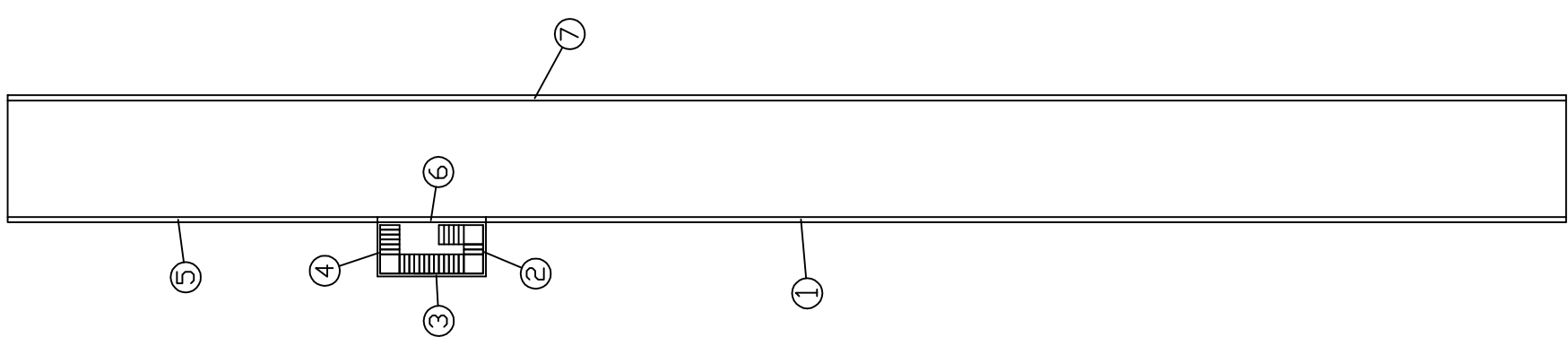
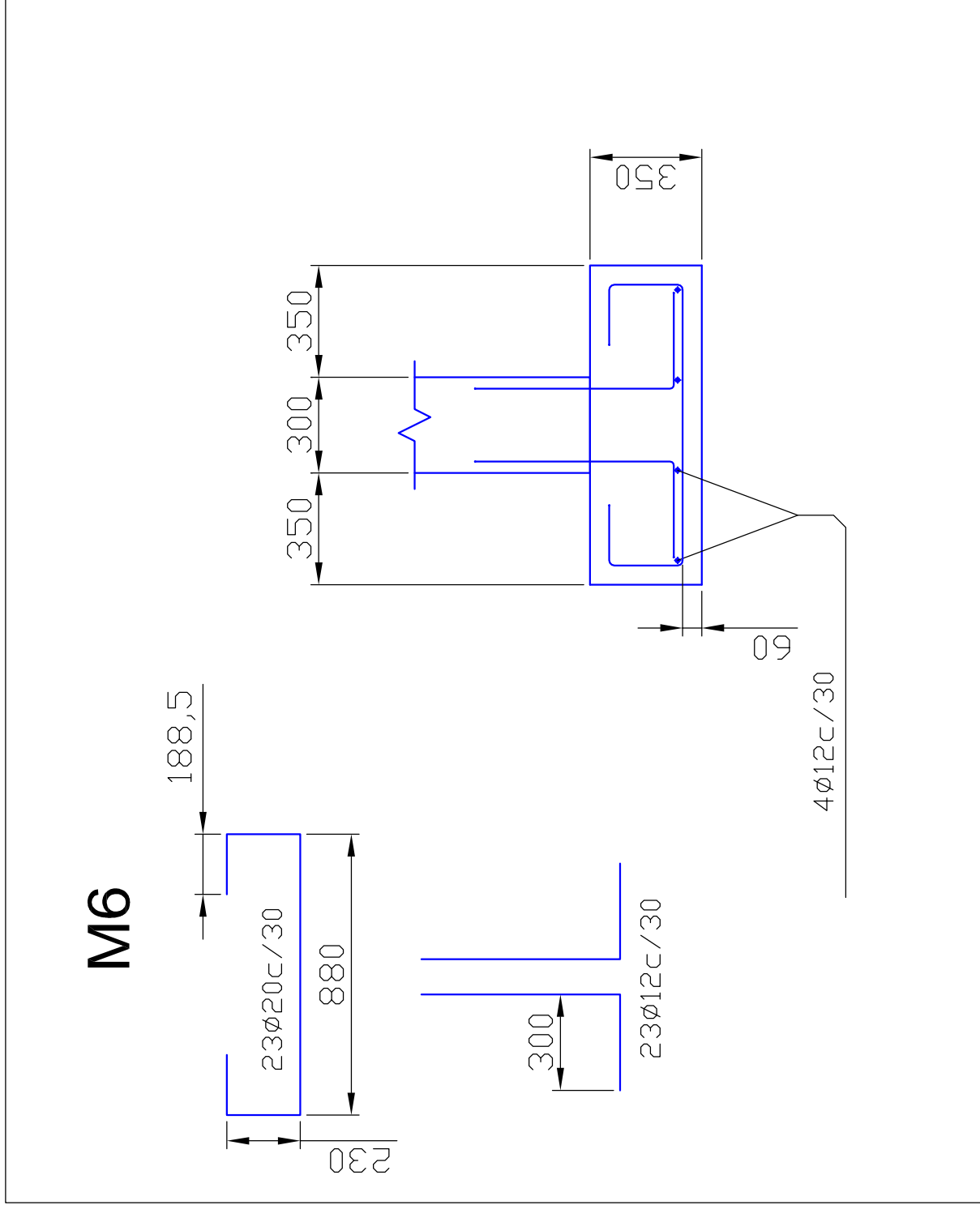
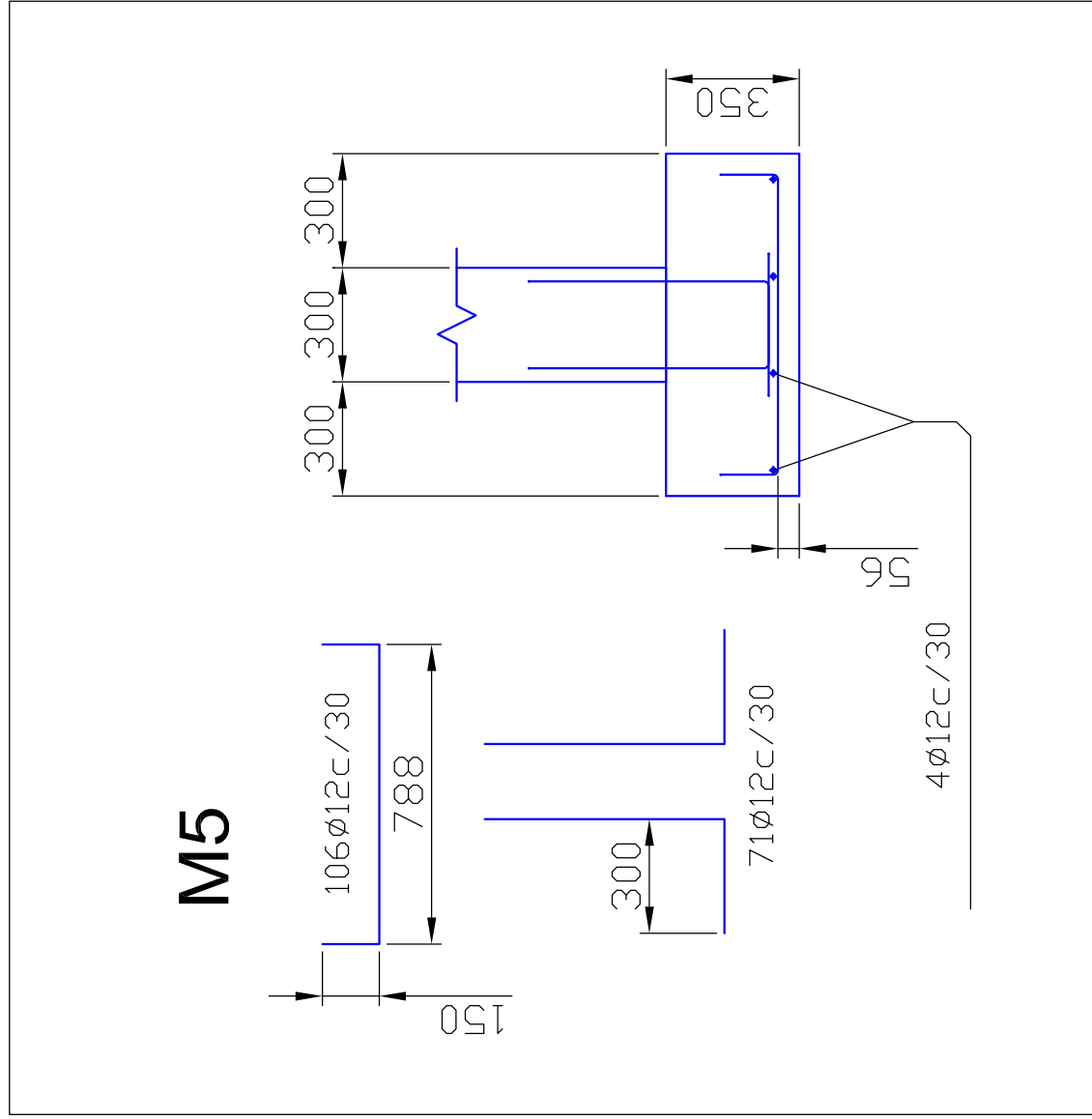
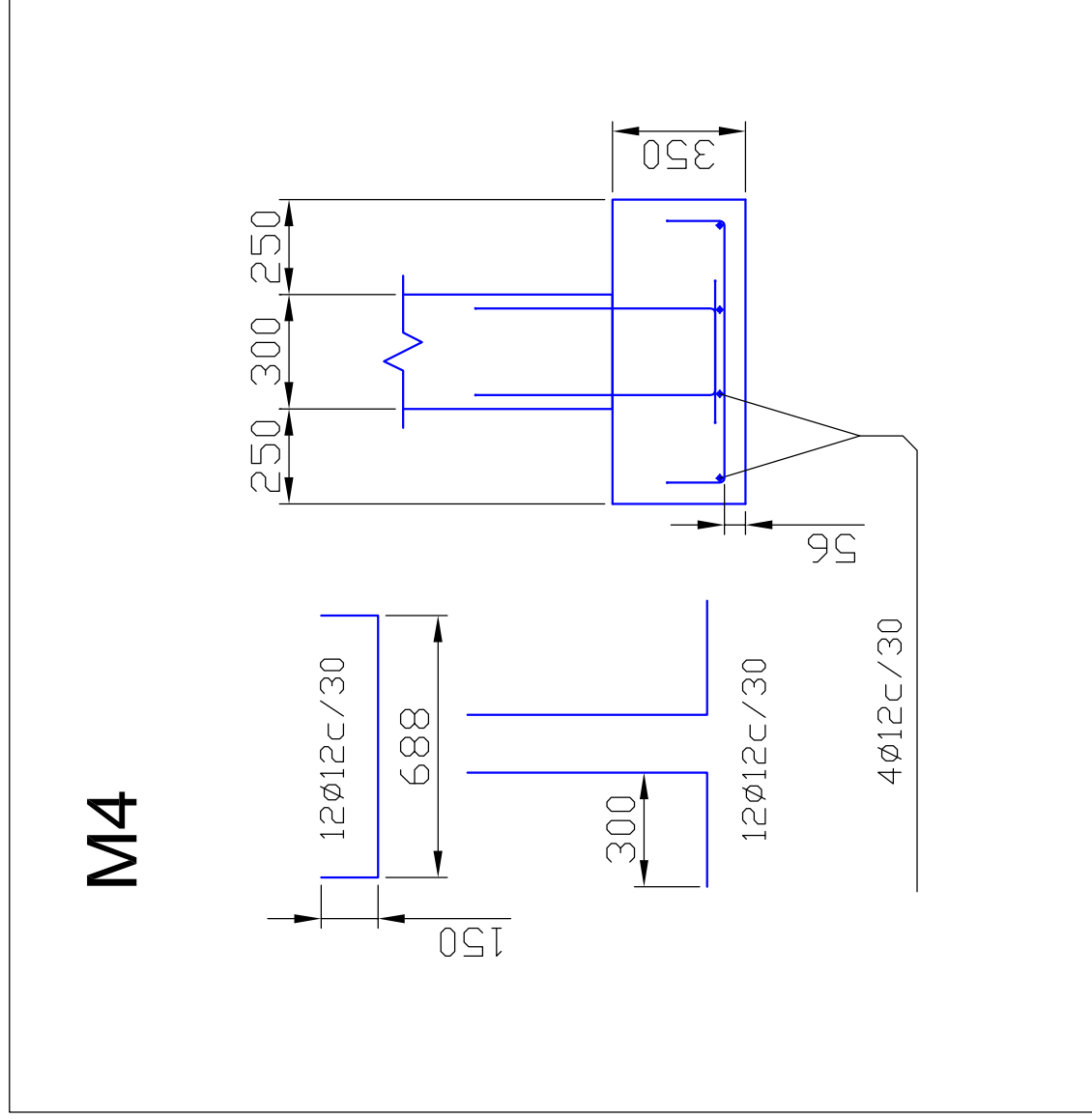
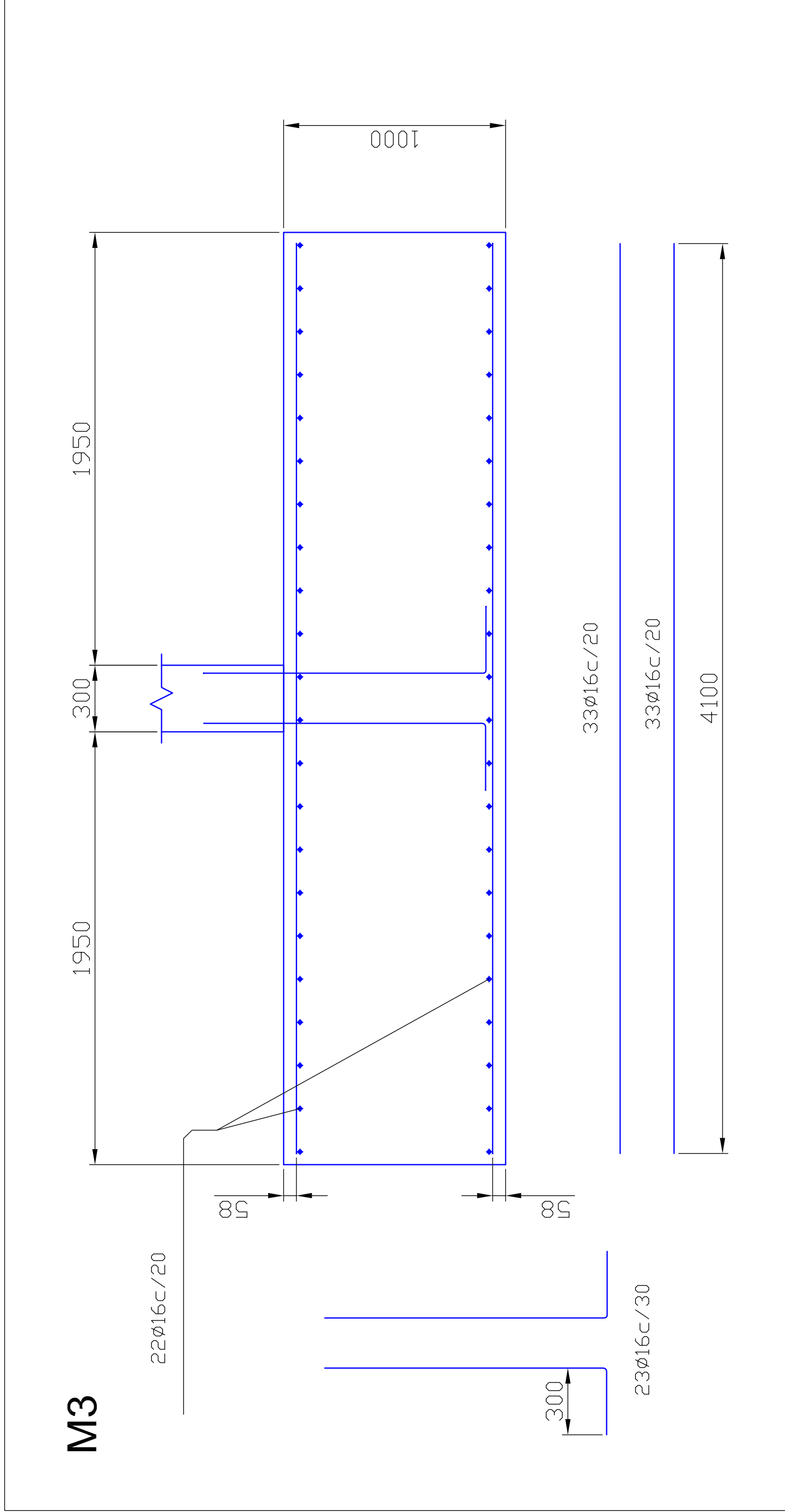
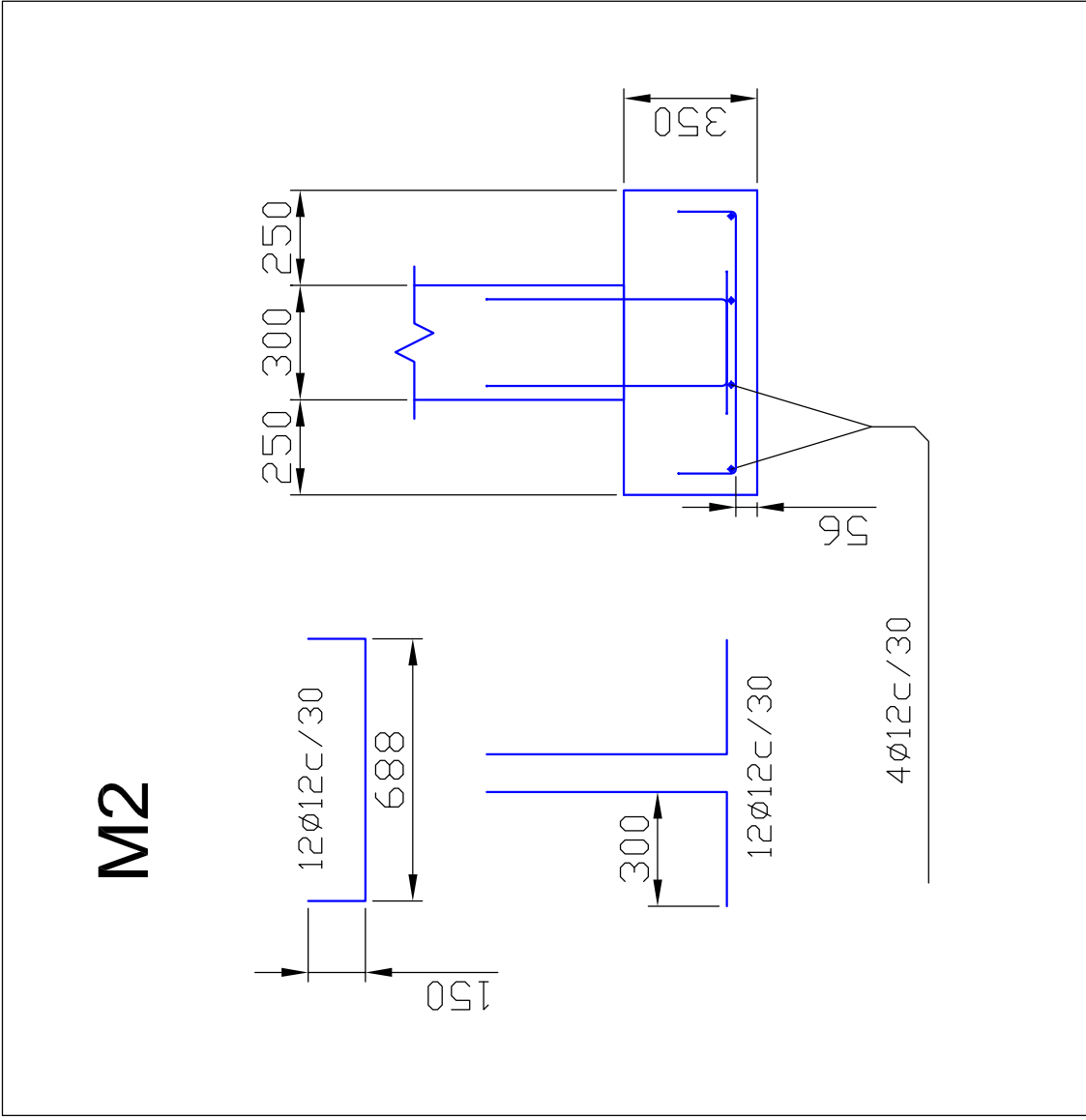
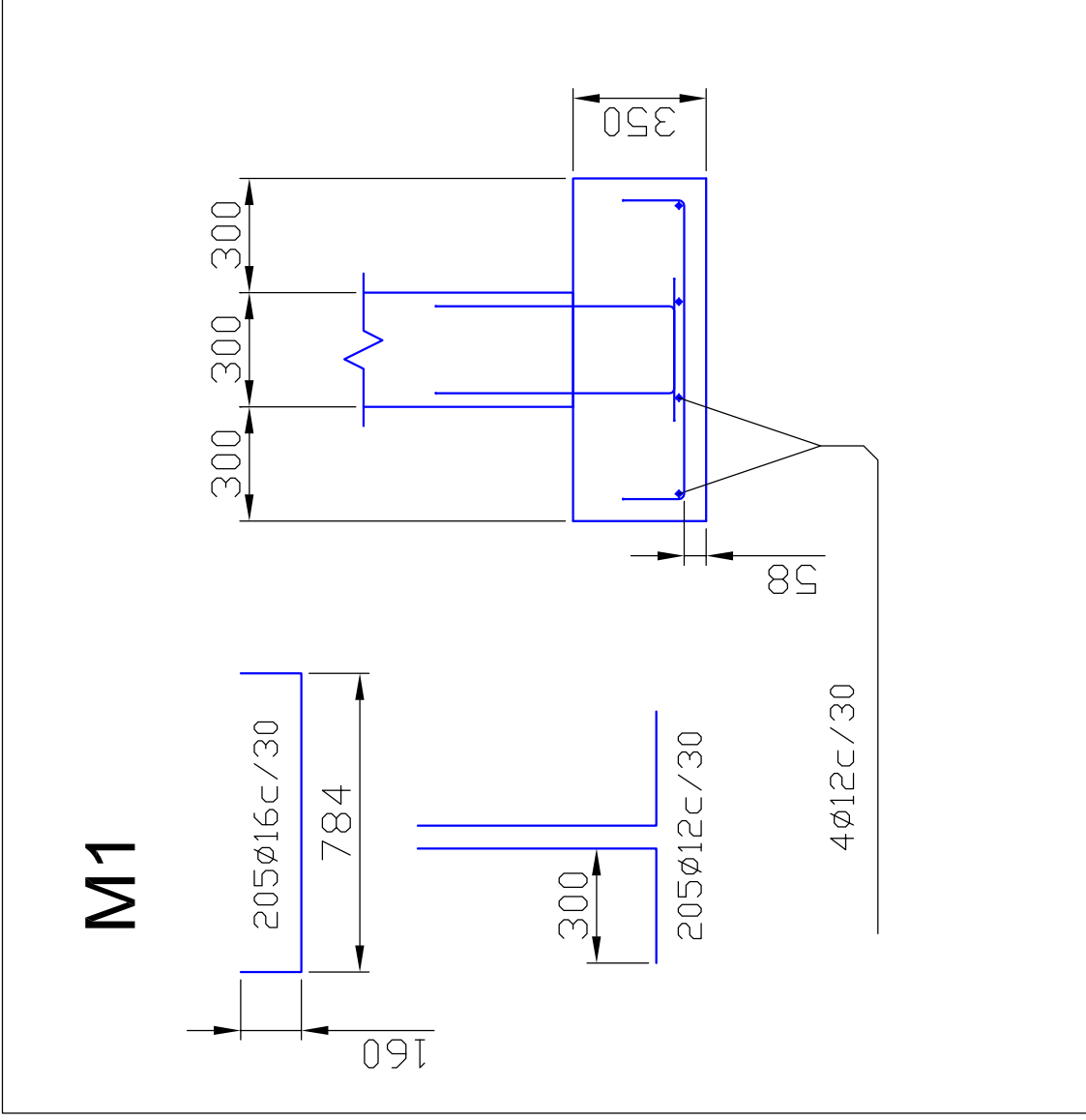
4

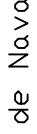
Escala:

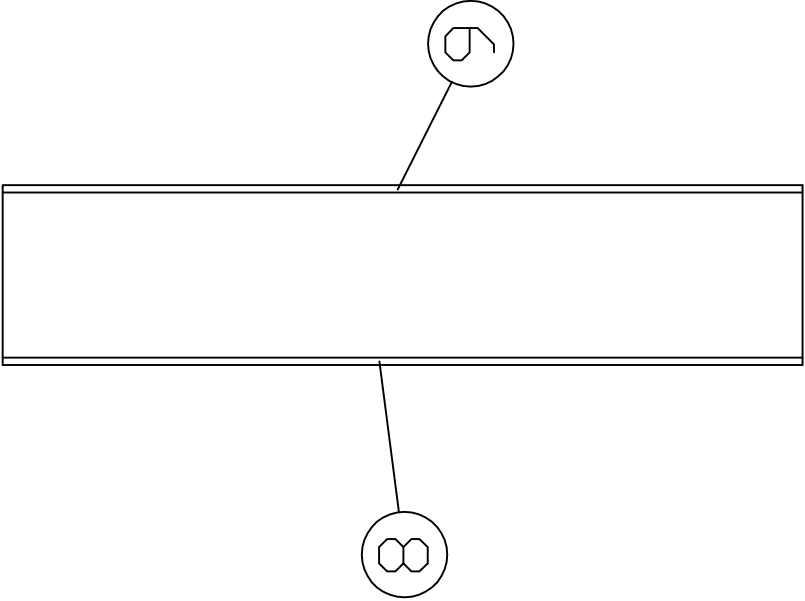
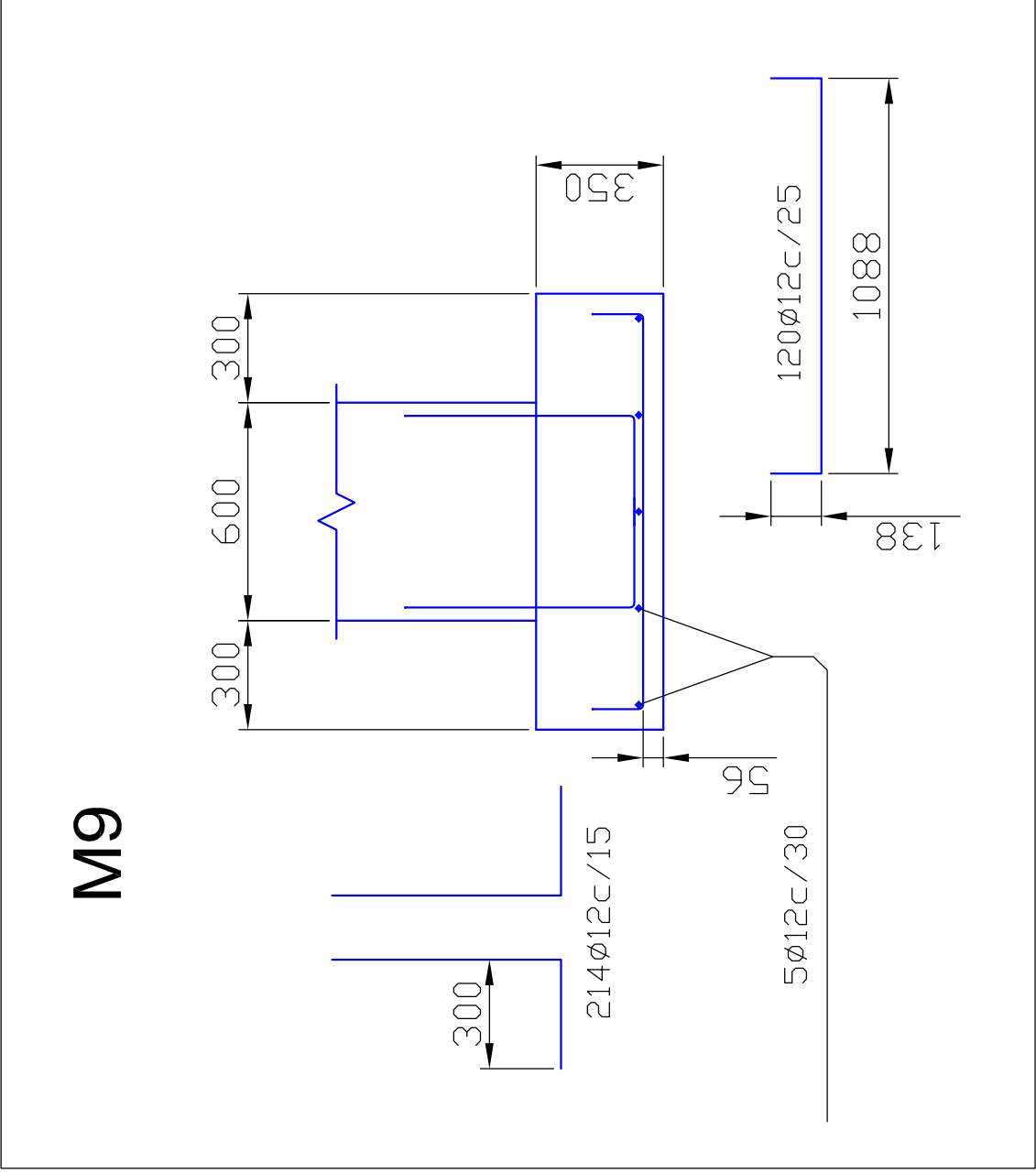
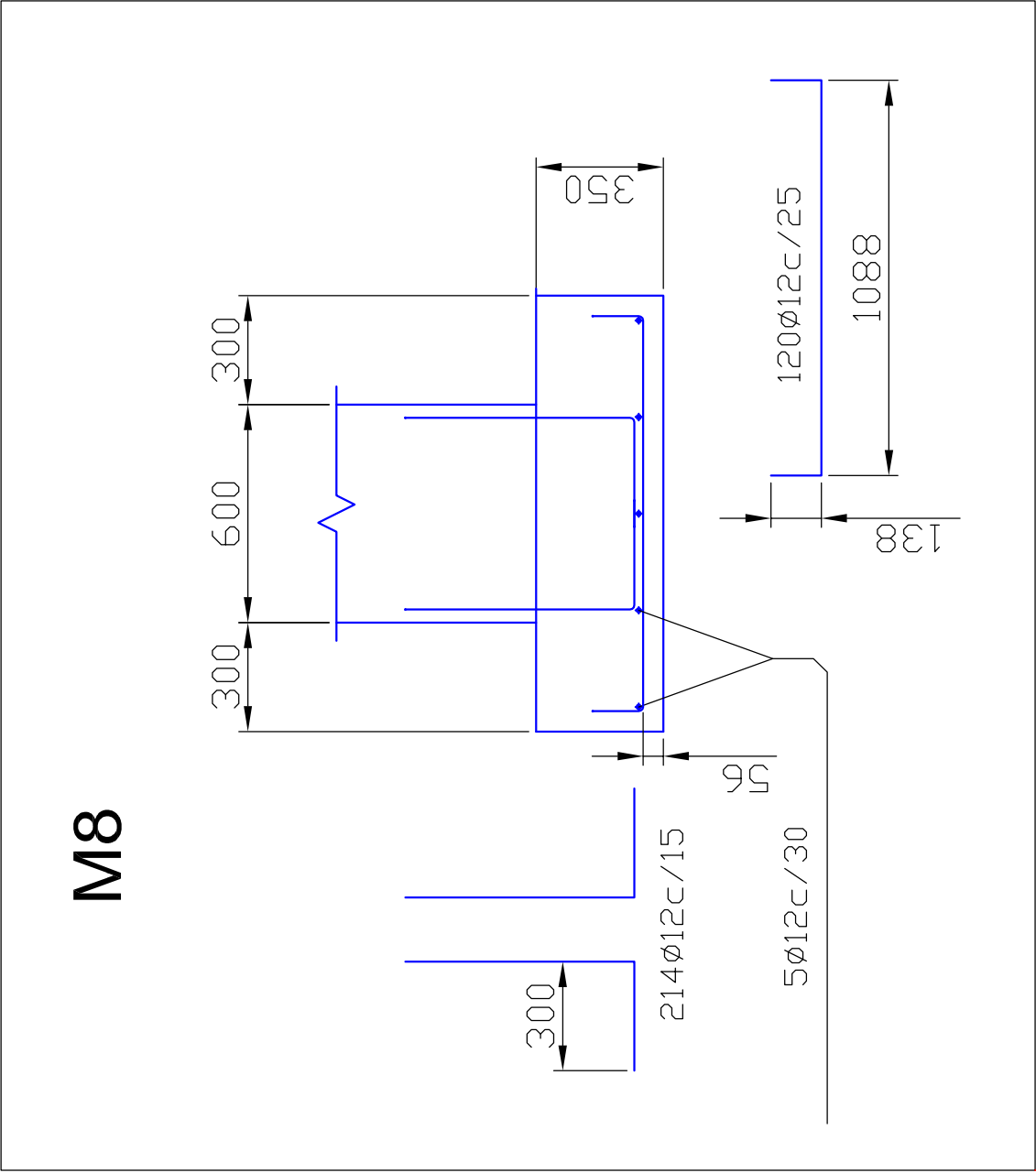
upna


Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erresalbatu dira

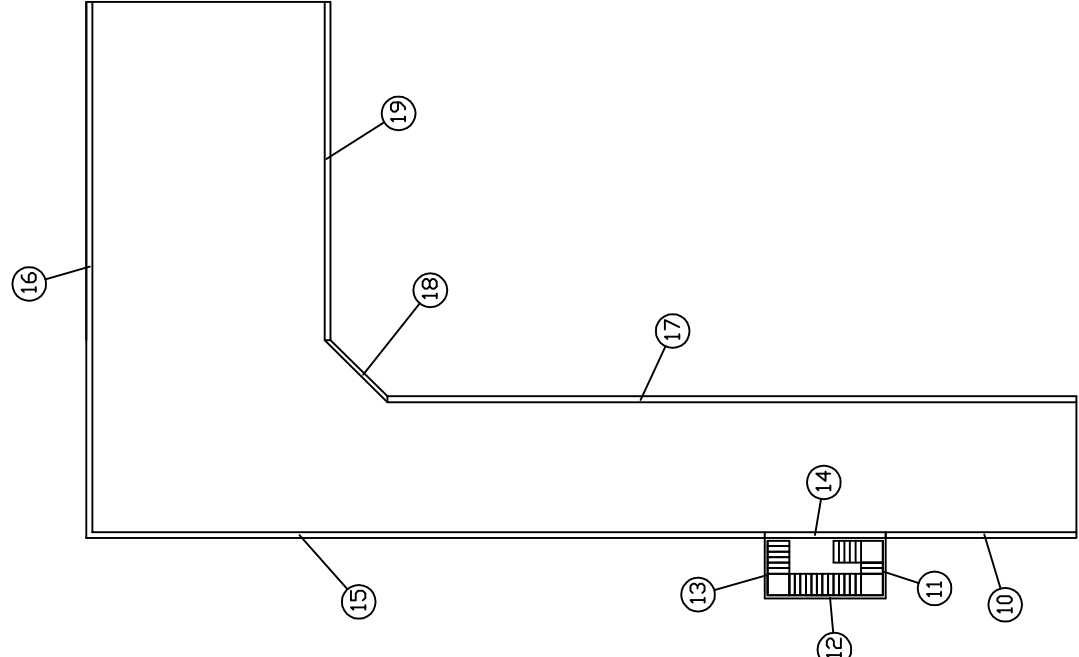
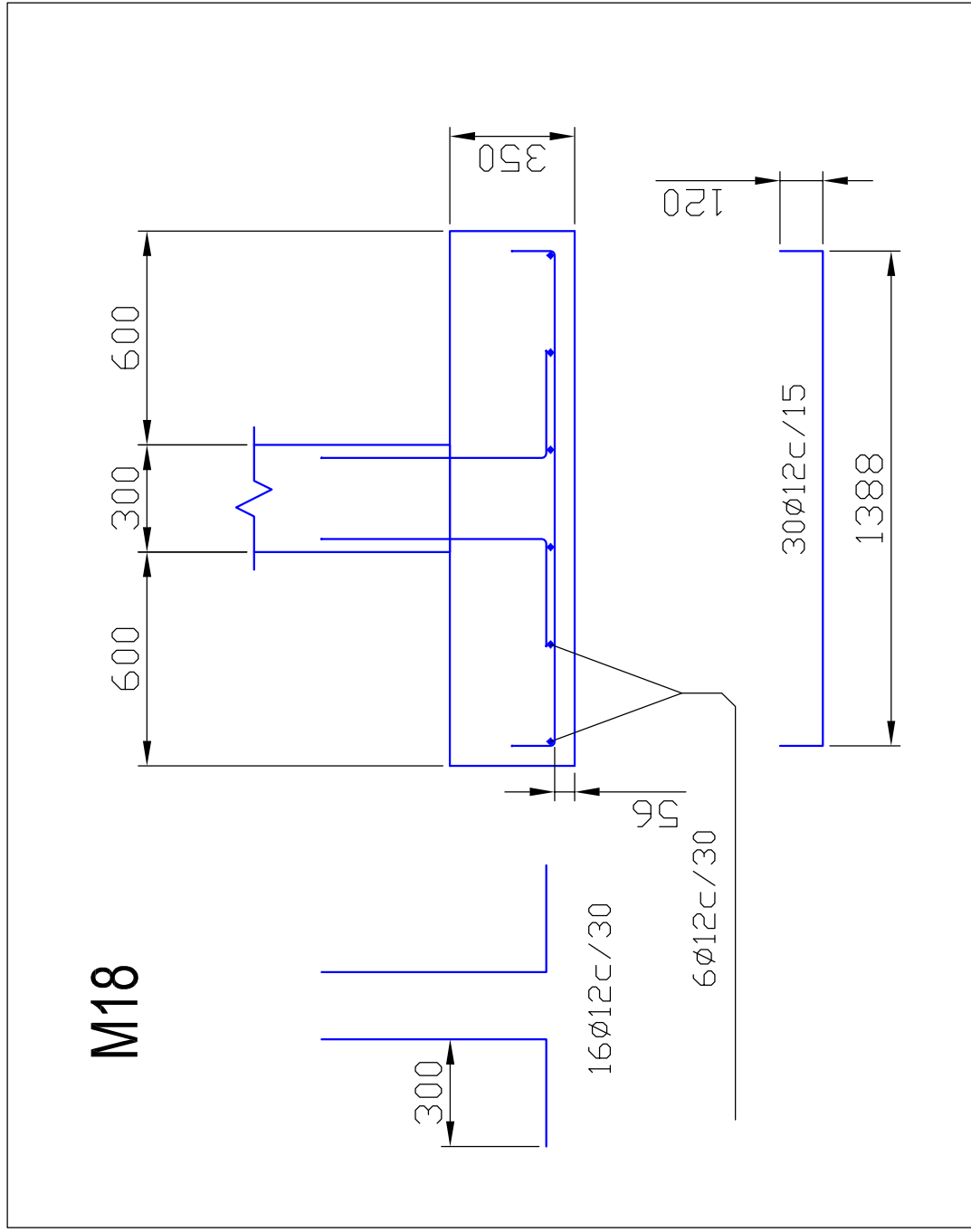
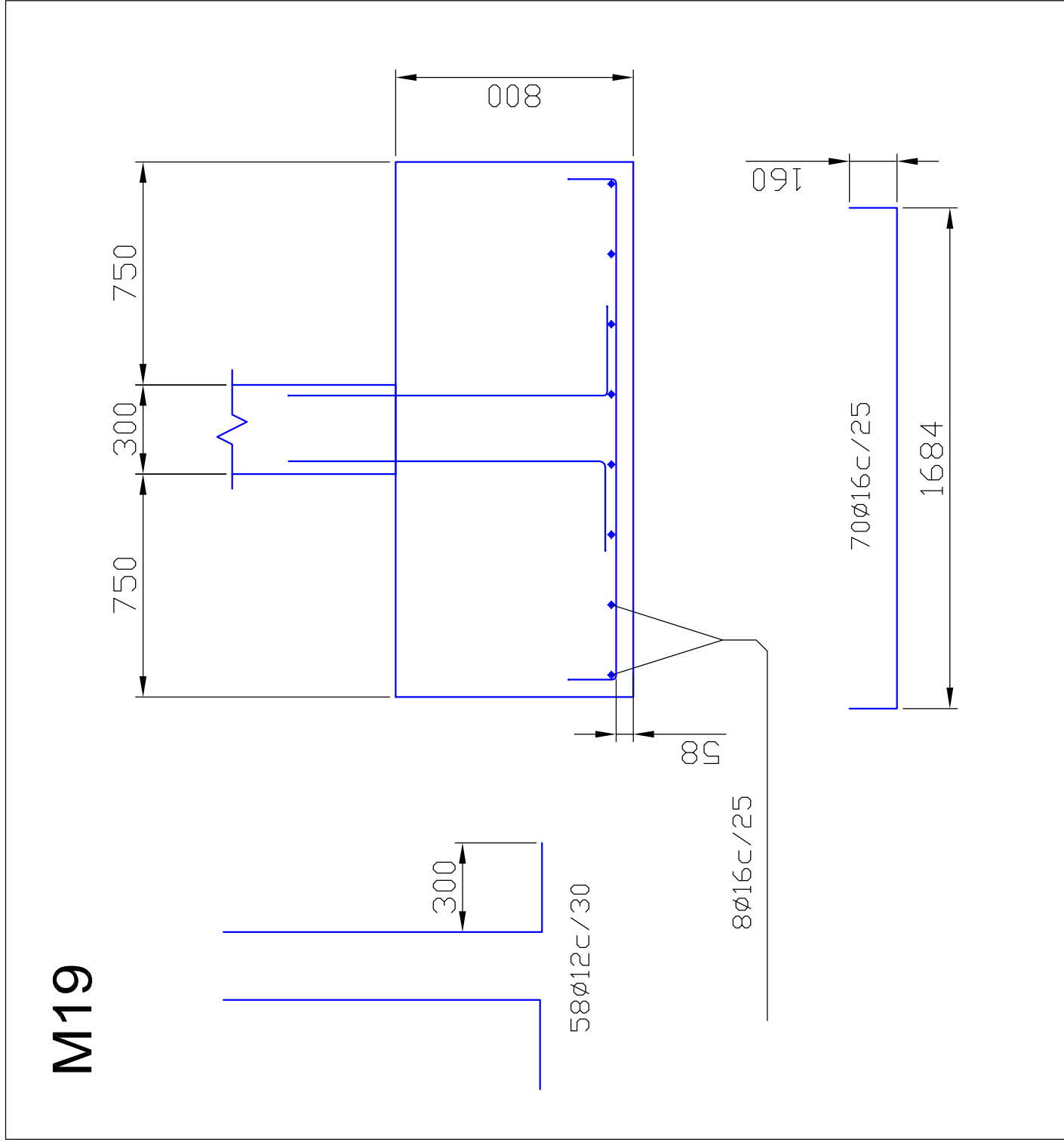
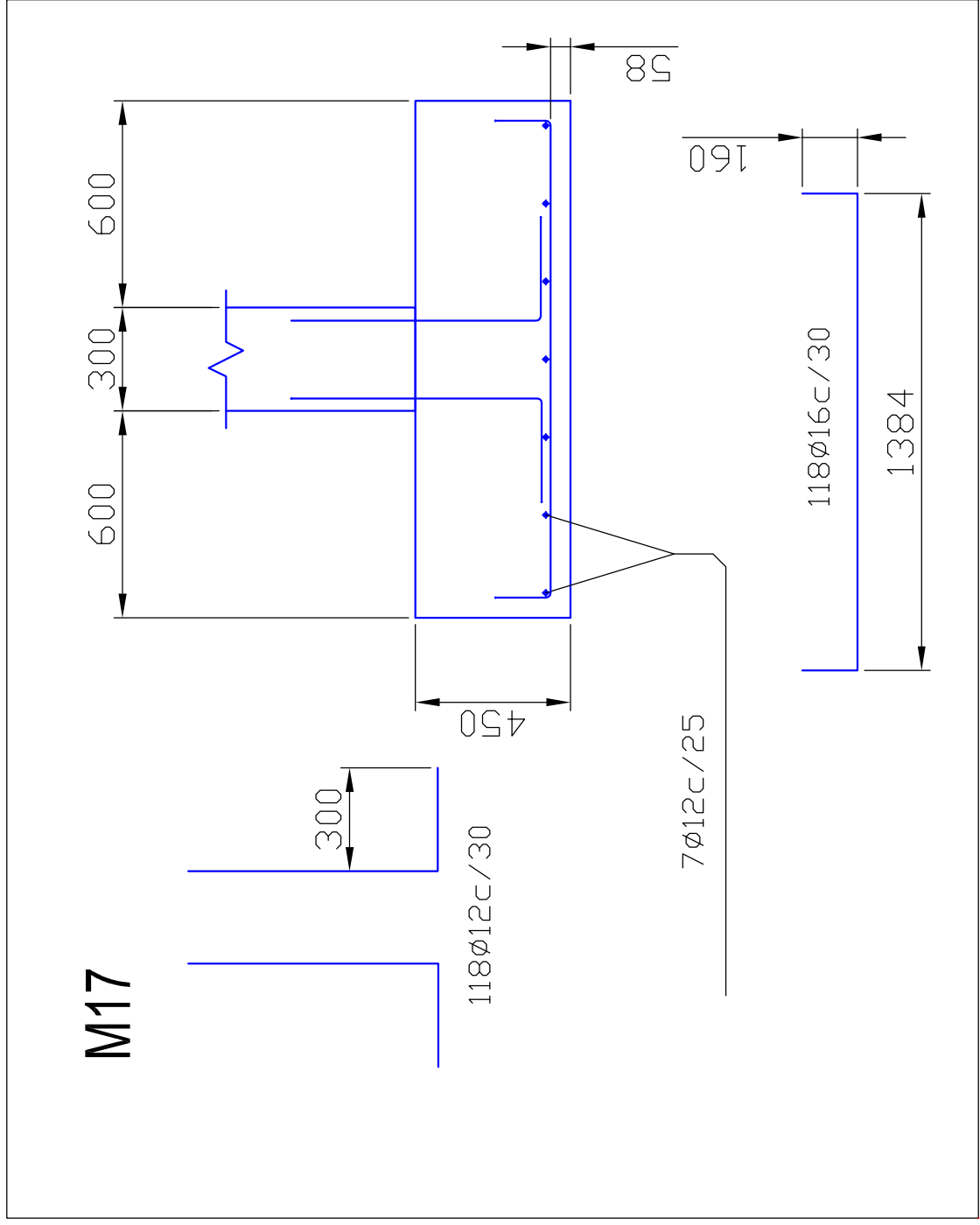
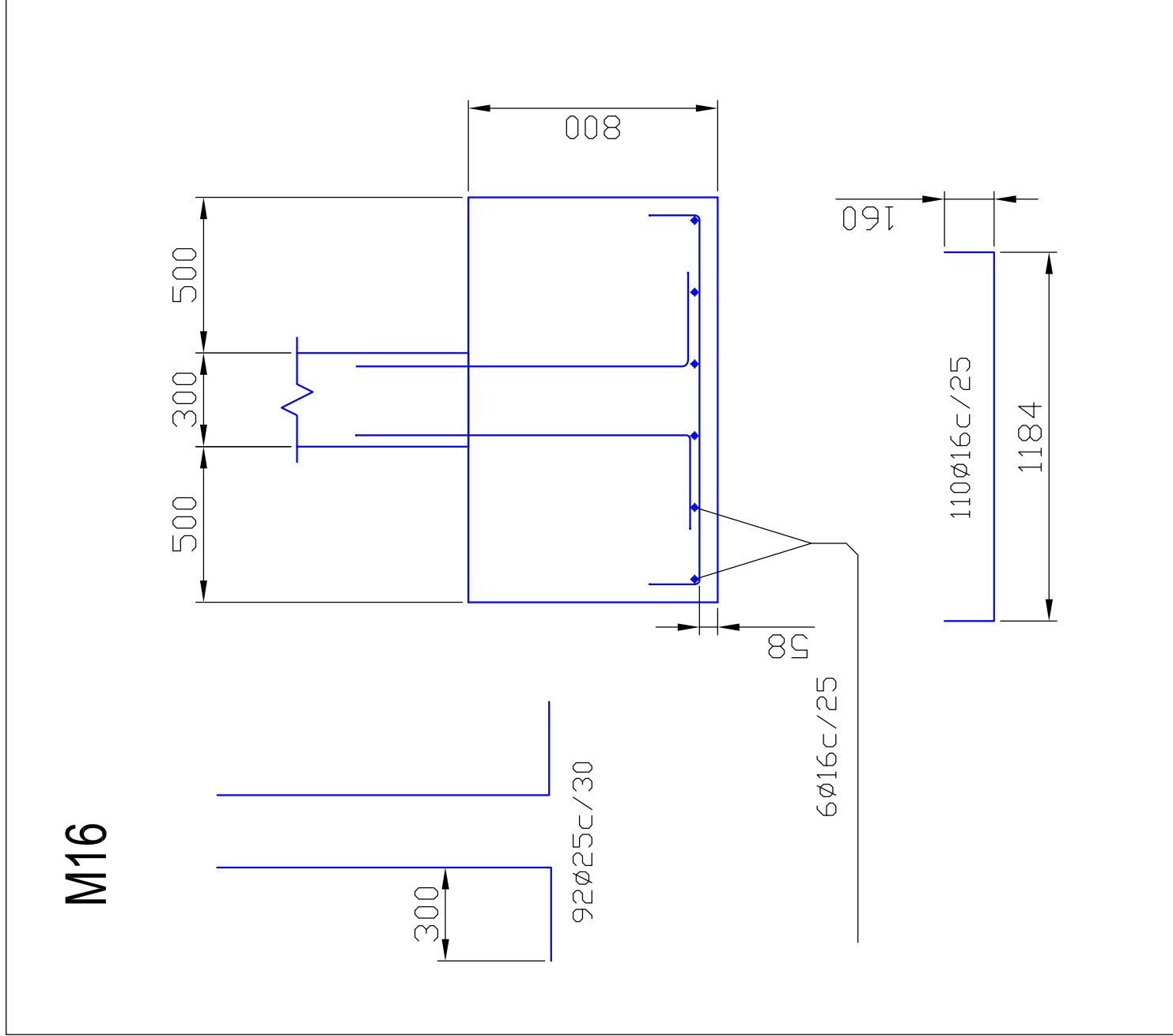
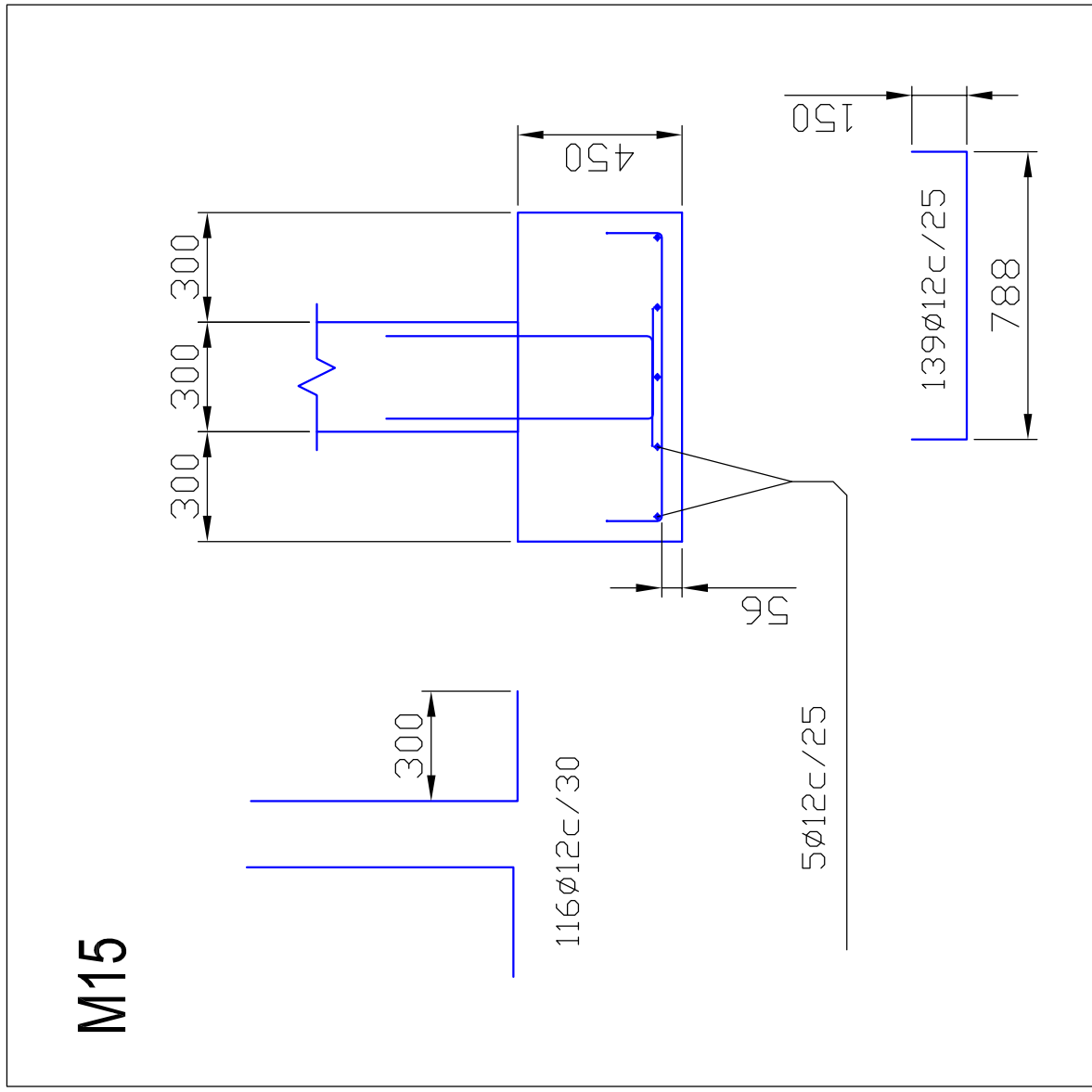
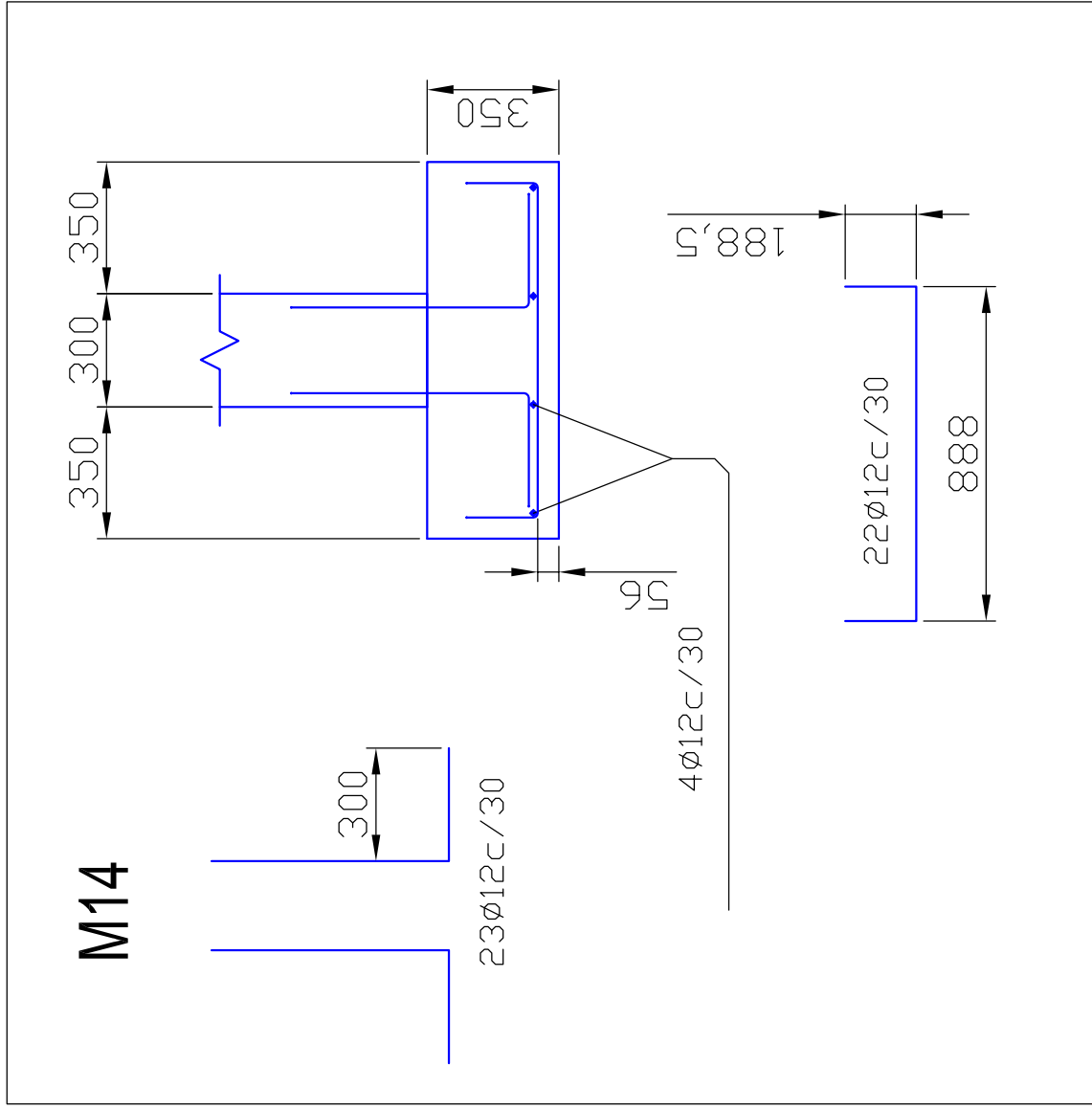
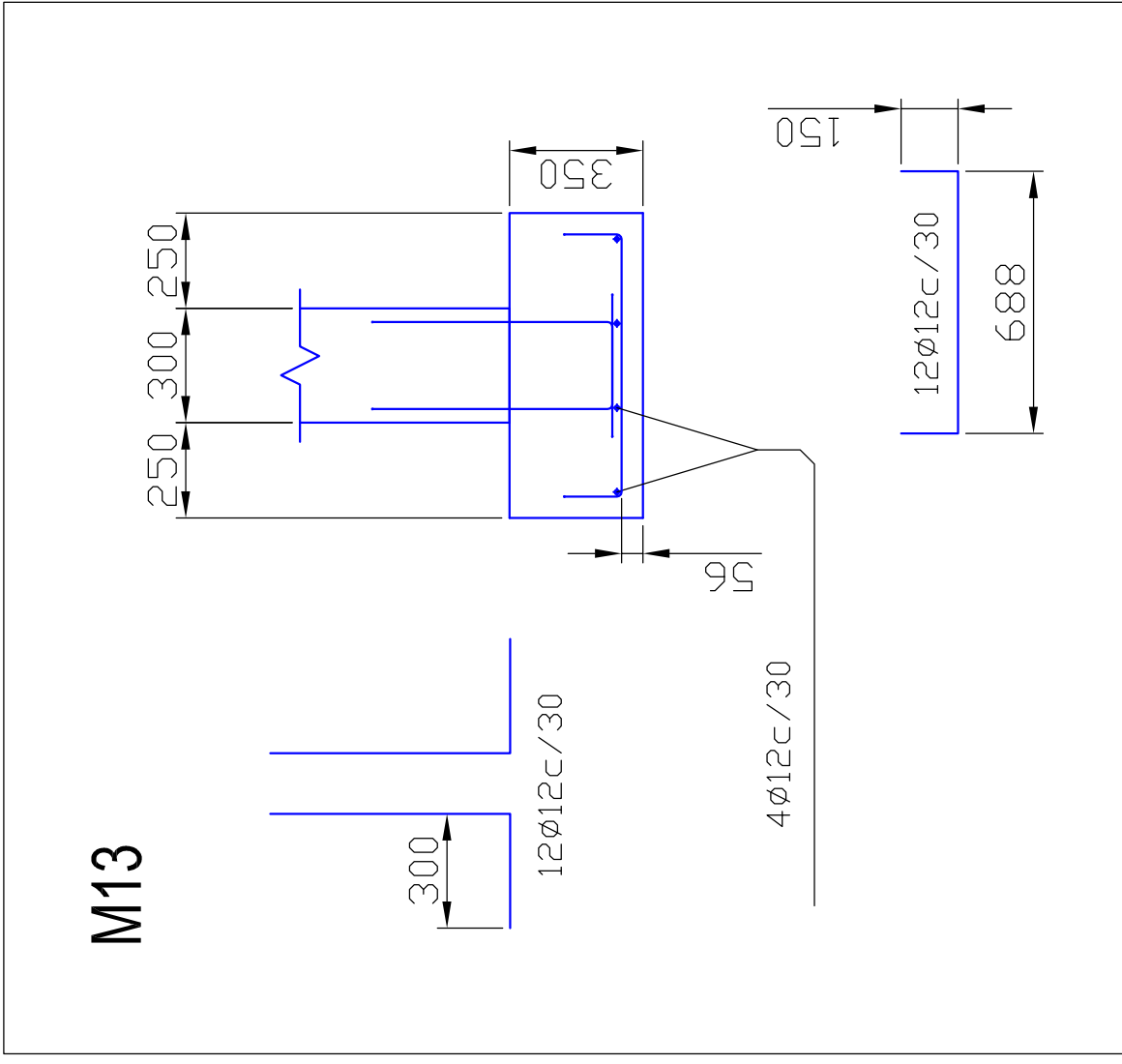
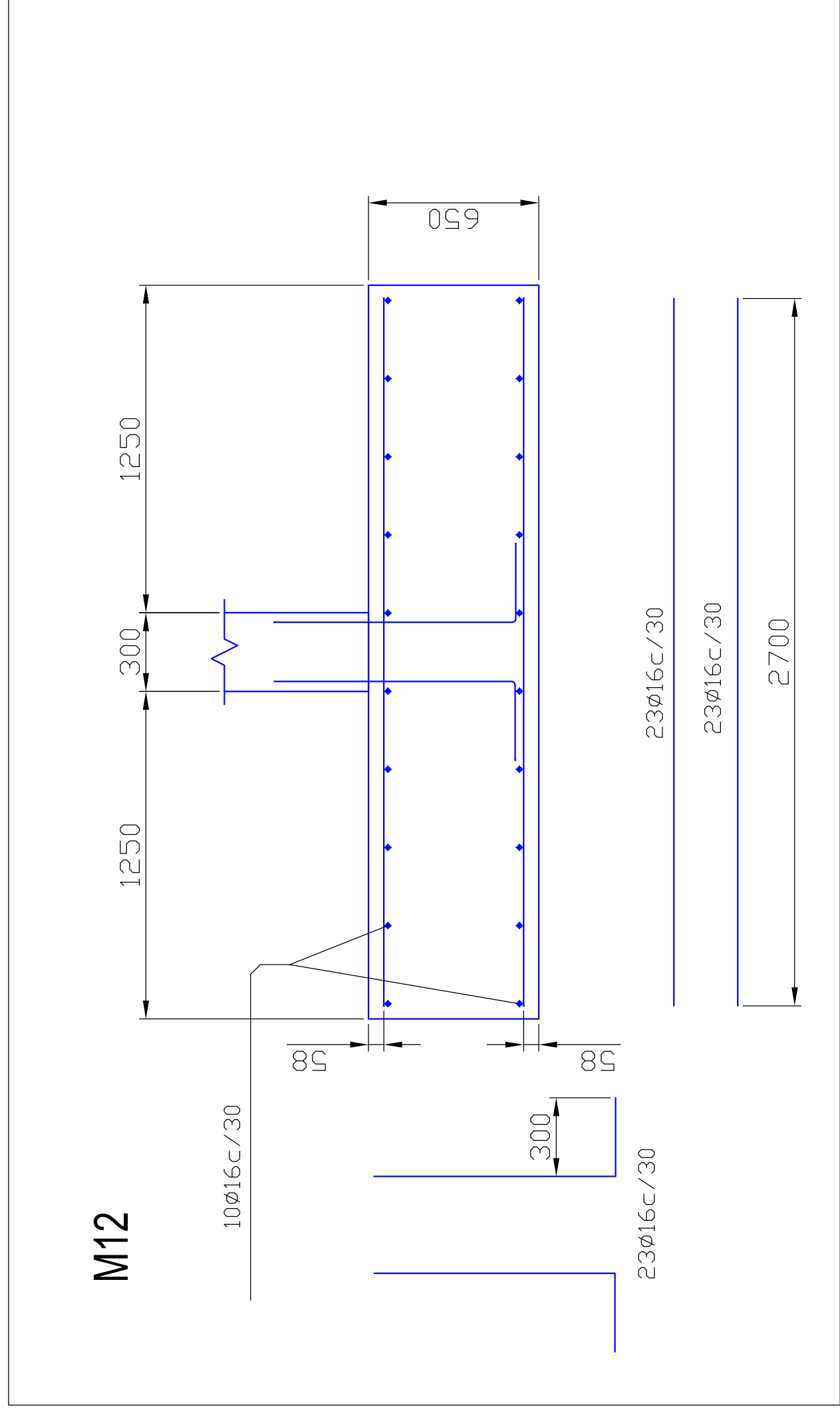
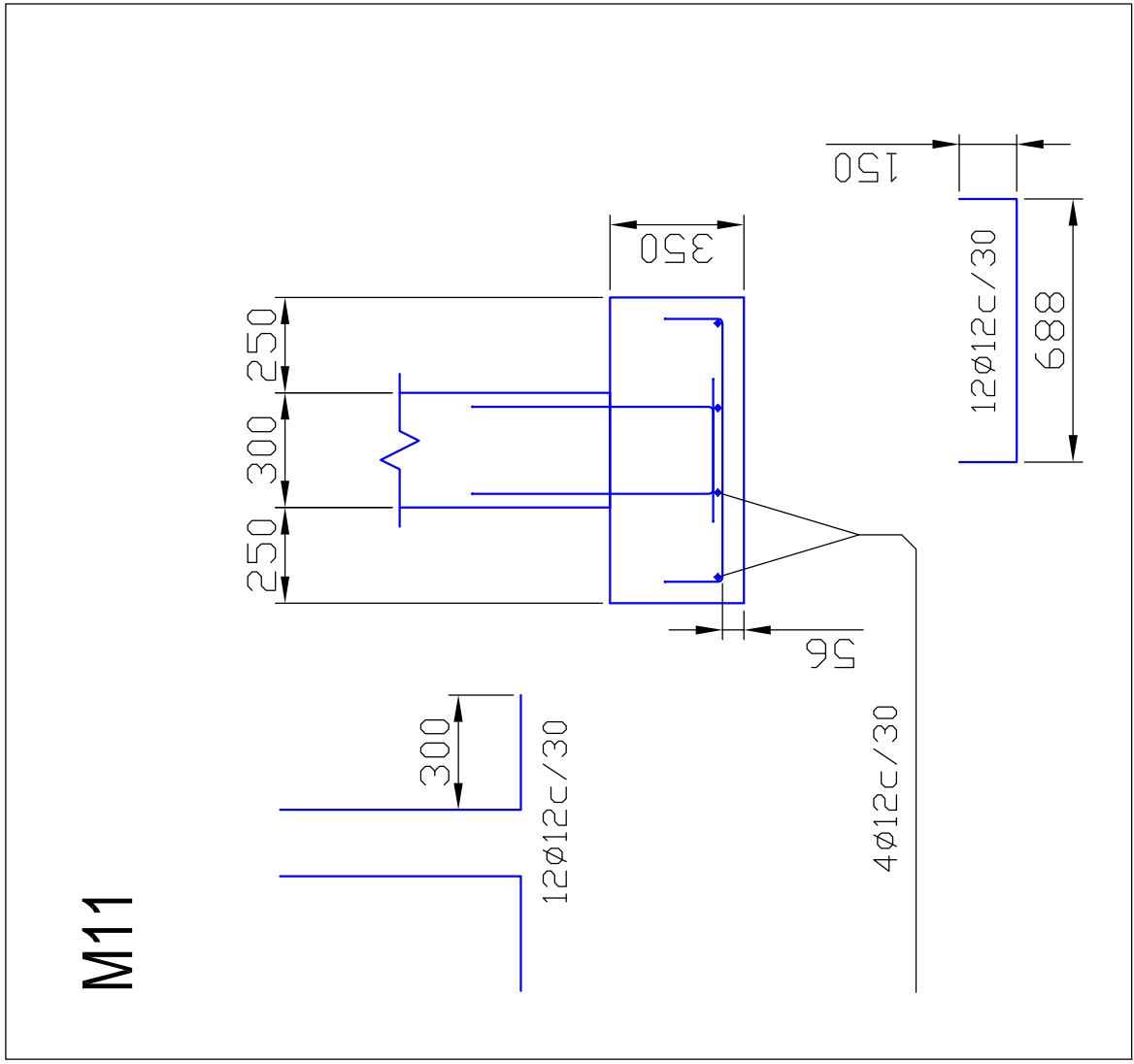
Tramos del túnel



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado: Ayábar Jiménez, Javier
Plano:  Cimentaciones tramo 1	Firma:	
	Fecha: 09/09/2011	Escala: 1:20
	Nº Plano: 5	

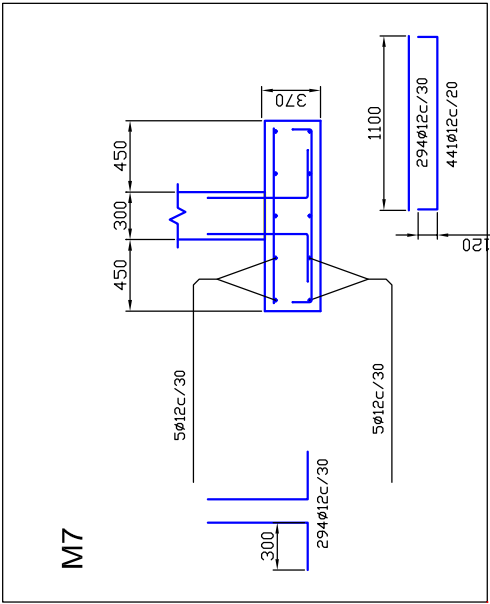
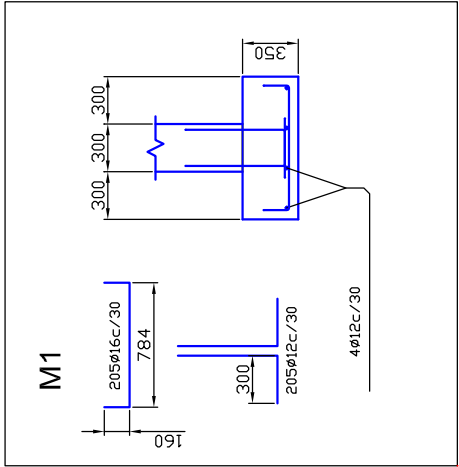
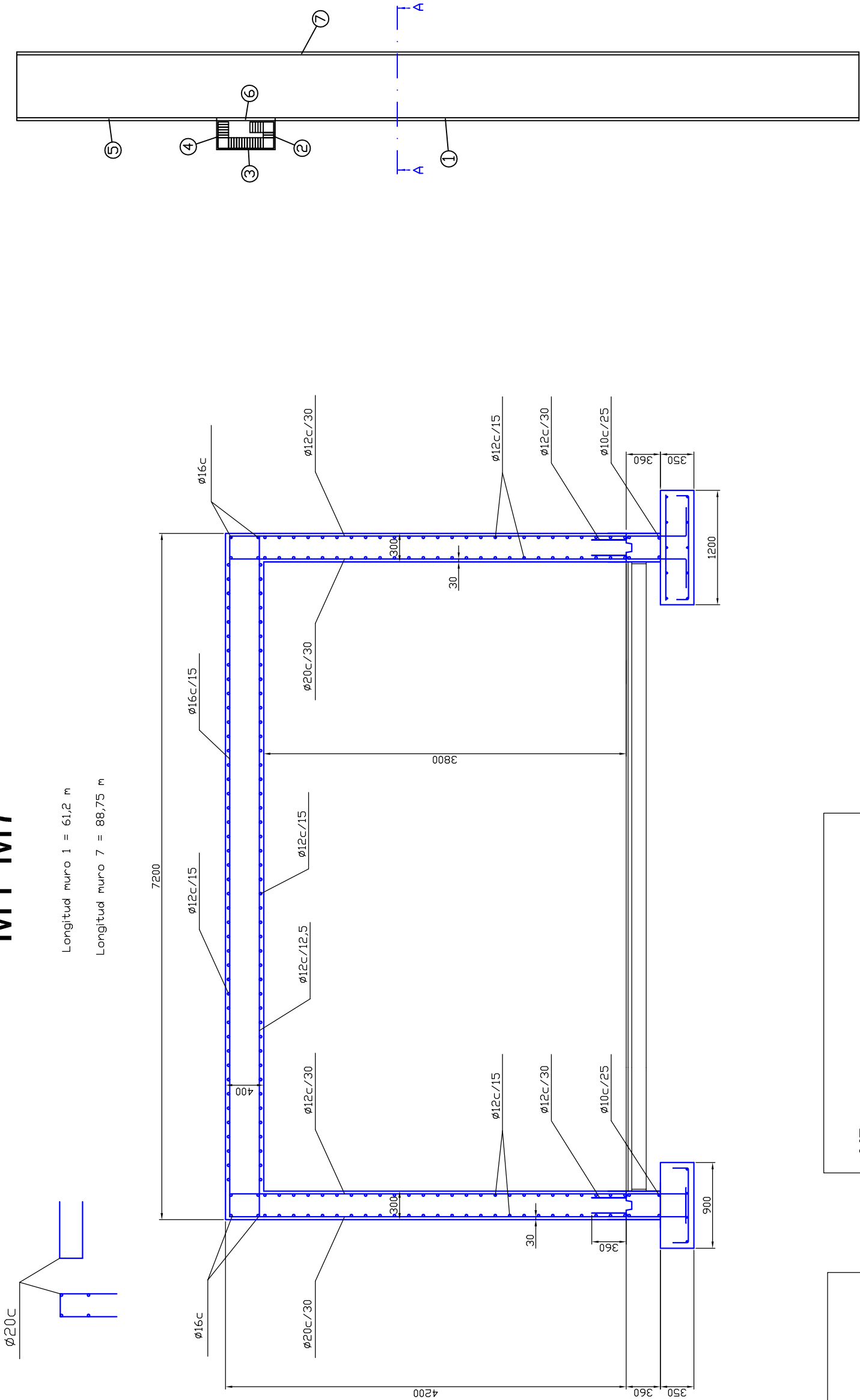



<div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier		
		Firma:		
Plano:  Cimentaciones tramo 2	Fecha:  09/09/2011		Nº Plano:  6	Escala:  1:20



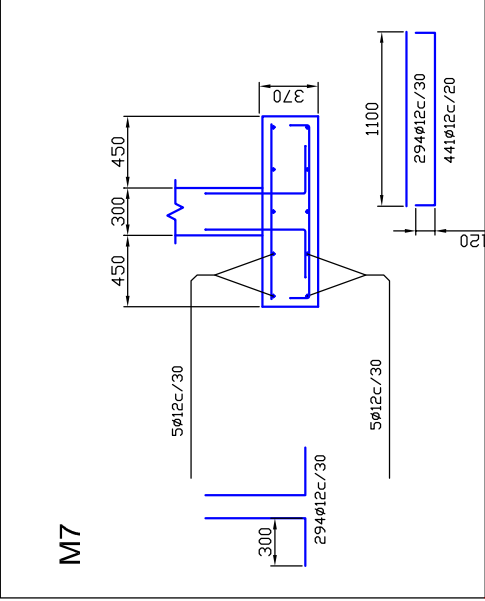
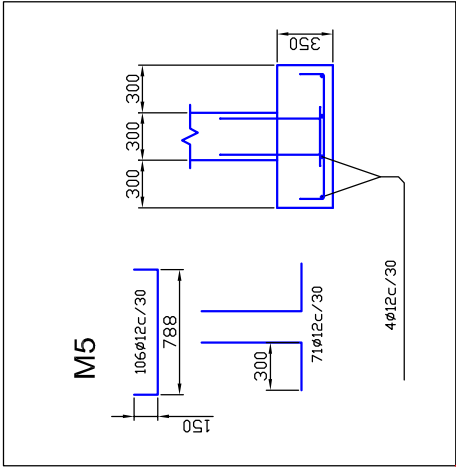
# M1-M7


Longitud muro 1 = 61,2 m  
Longitud muro 7 = 88,75 m



<div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier	
		Firma:	
Plano: Sección transversal A-A		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 8
		Escala: 1:50	

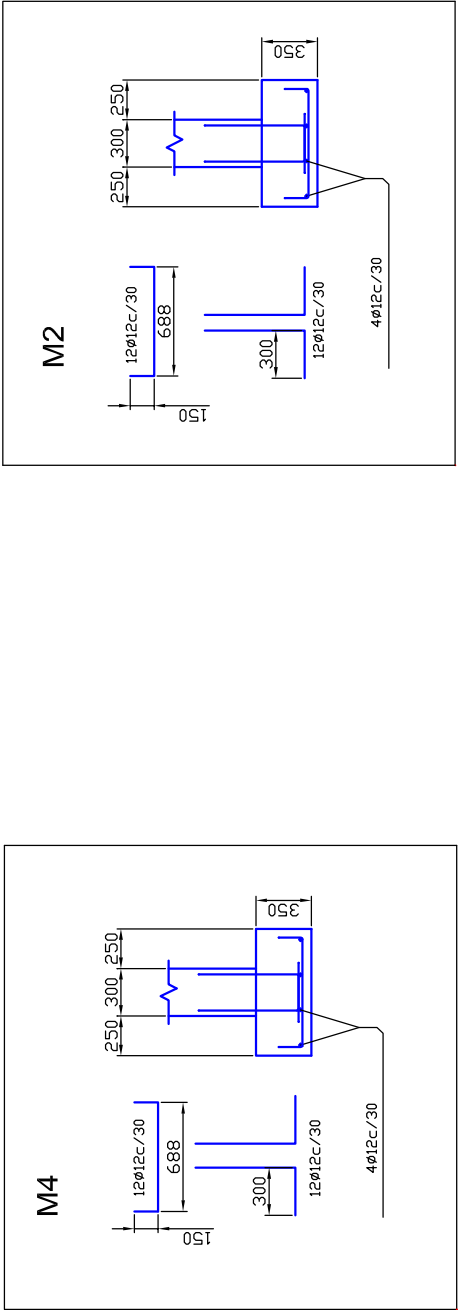
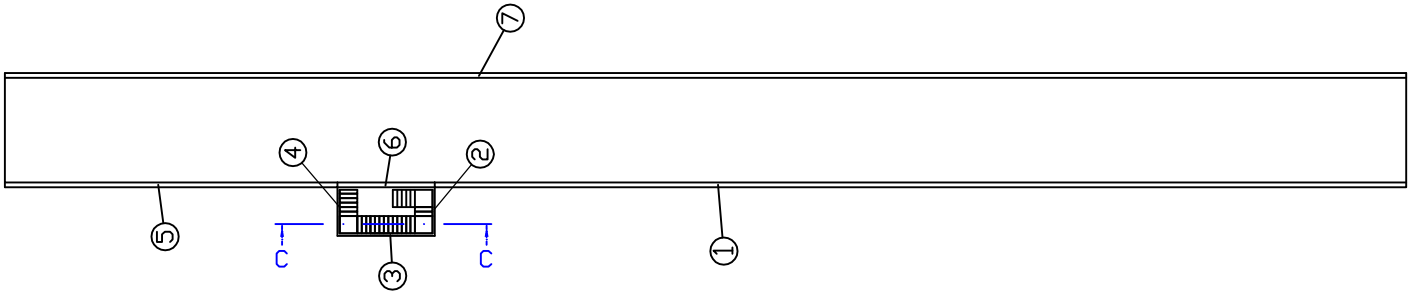
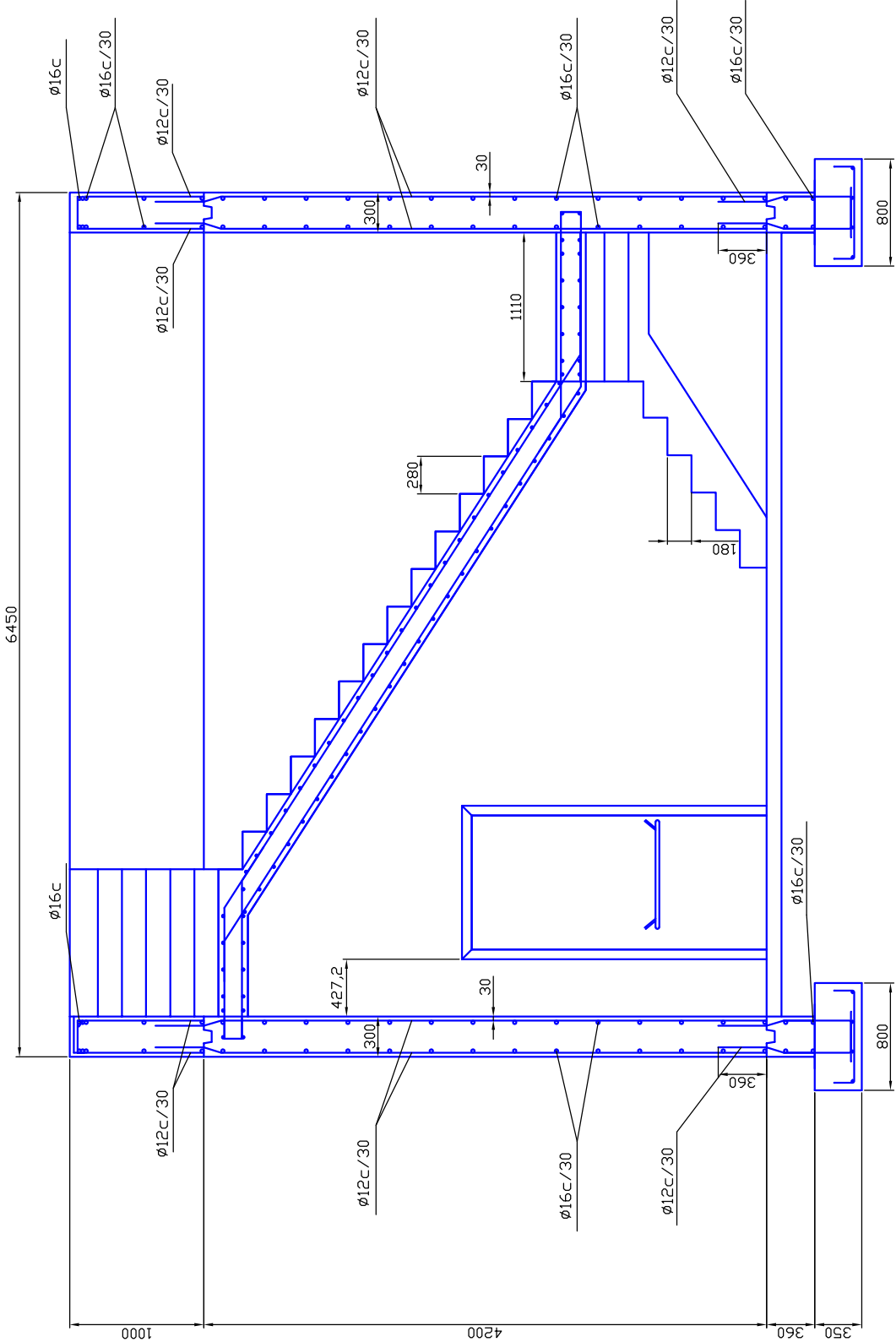
Longitud muro 7 = 88,75 m




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T	DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier
		Firma:
Plano:  Sección transversal B-B		Fecha: 09/09/2011
		Nº Plano: 9
		Escala: 1:50

# M4-M2

Longitud muro 4 = 3,3 m  
Longitud muro 2 = 3,3 m

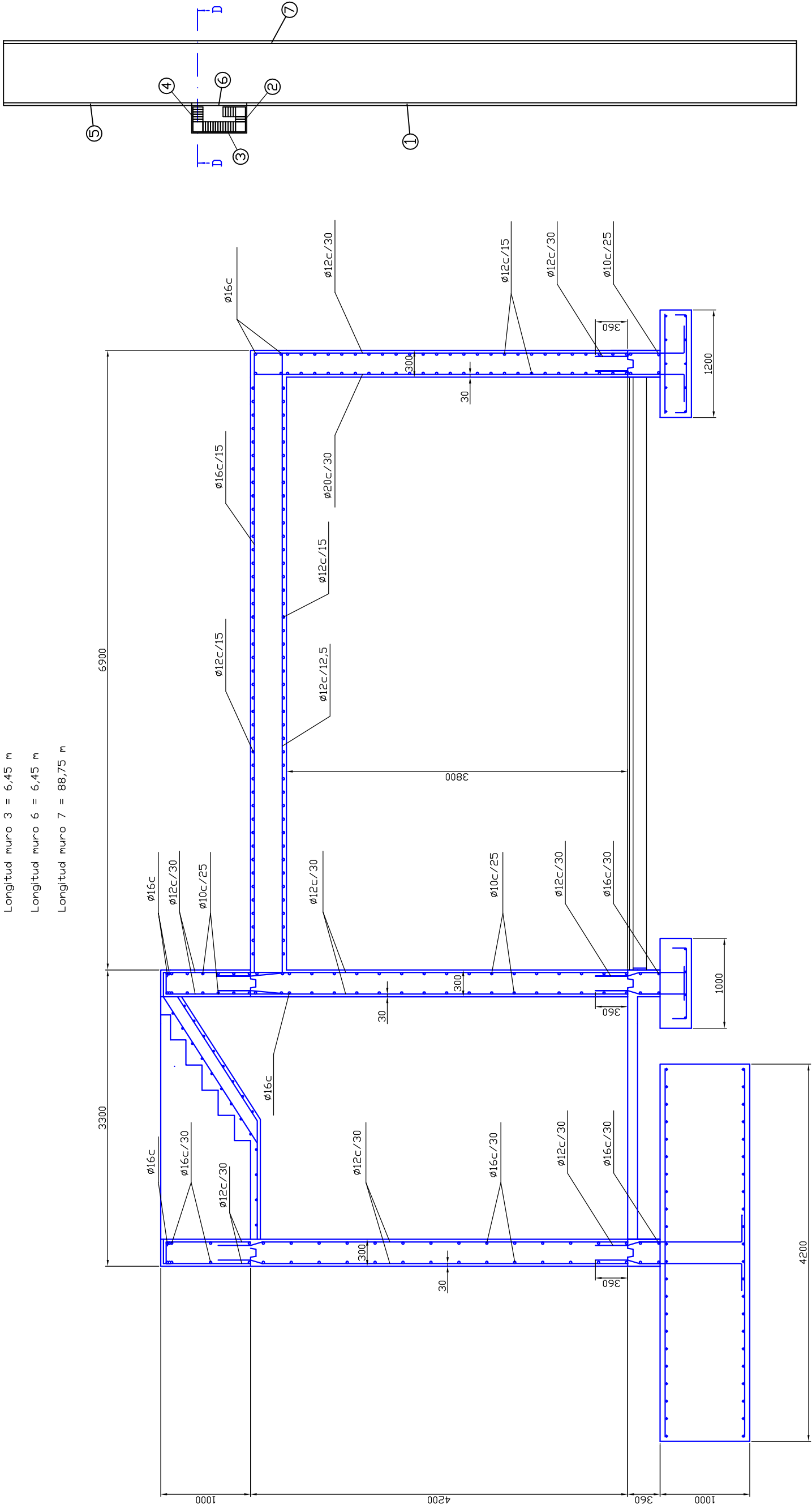



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	Proyecto: Túnel de hormigón armado			Realizado: Ayábar Jiménez, Javier
Plano: Sección transversal C-C		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 10	Escala: 1:50
Firma:				



# M3-M6-M7

Longitud muro 3 = 6,45 m  
Longitud muro 6 = 6,45 m  
Longitud muro 7 = 88,75 m

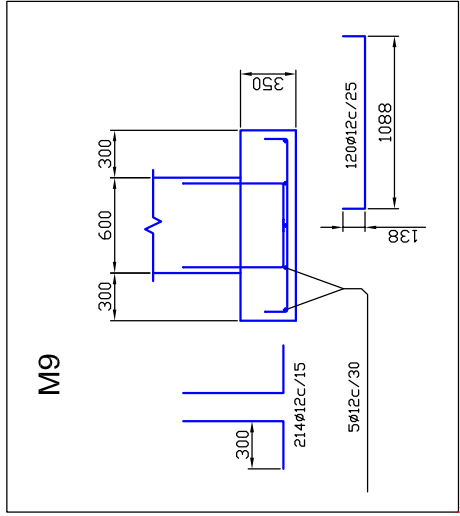
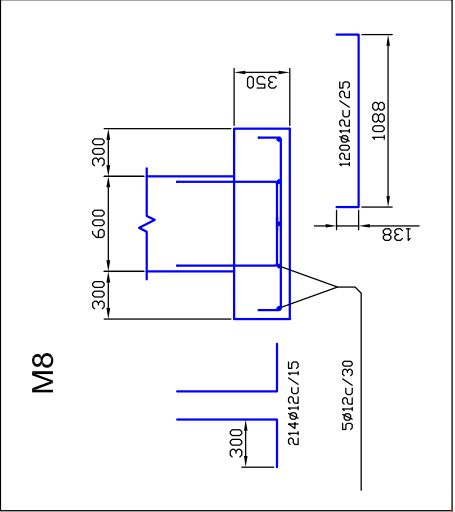
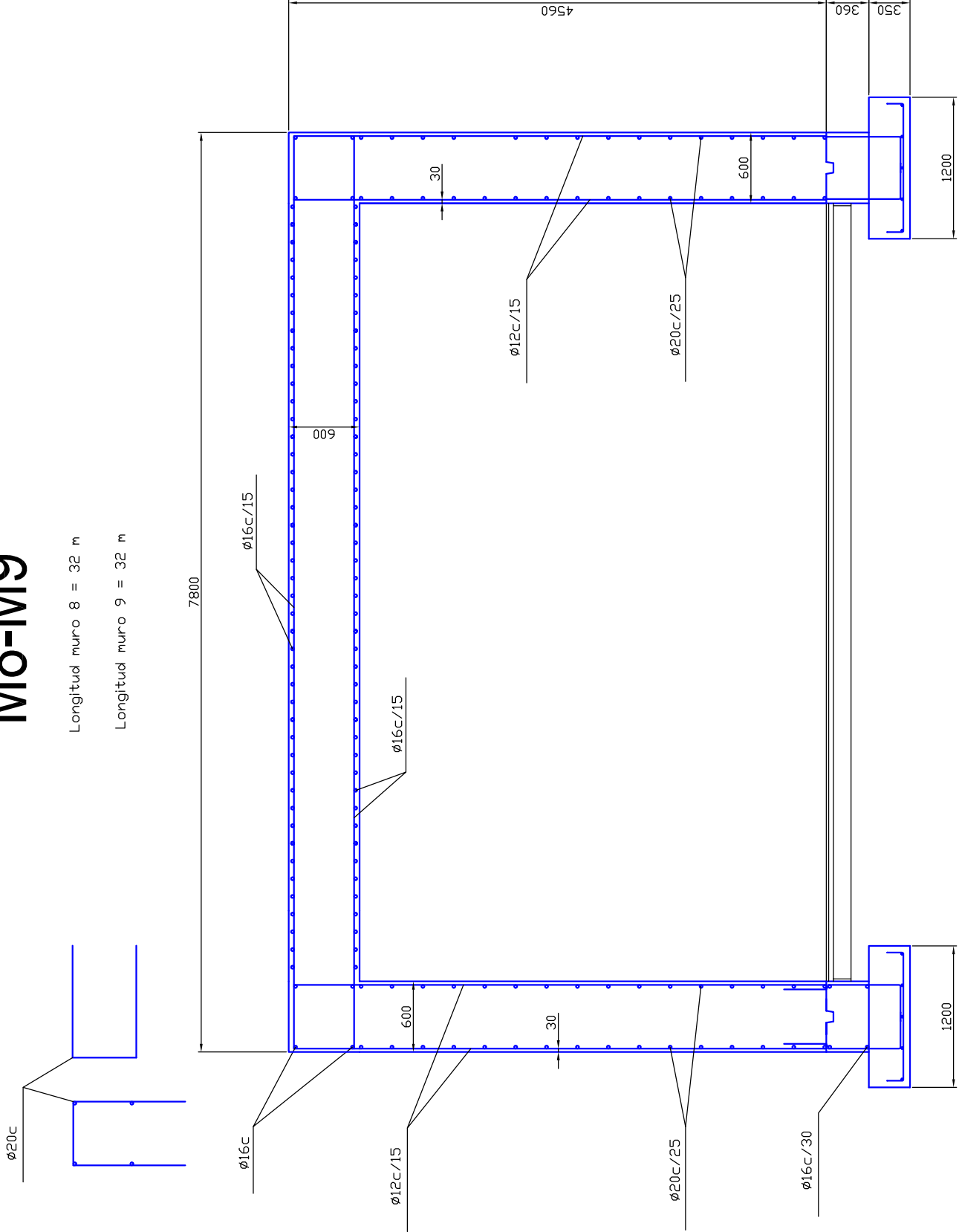



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T		Departamento:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
Proyecto:			Realizado:		
Túnel de hormigón armado			Ayábar Jiménez, Javier		
			Firma:		
Plano:			Fecha:	Nº Plano:	Escala:
Sección transversal D-D			09/09/2011	11	1:50

# M8-M9

Longitud muro 8 = 32 m

Longitud muro 9 = 32 m

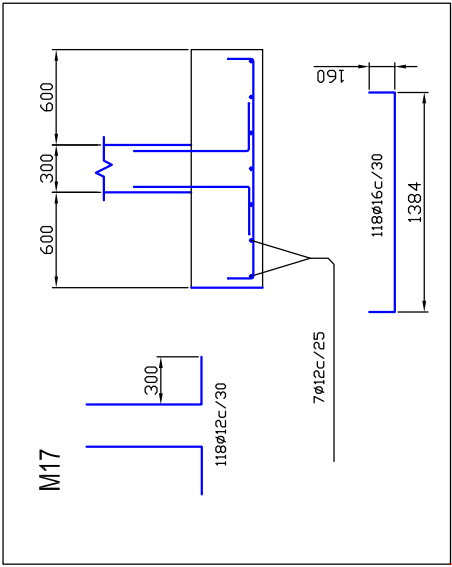
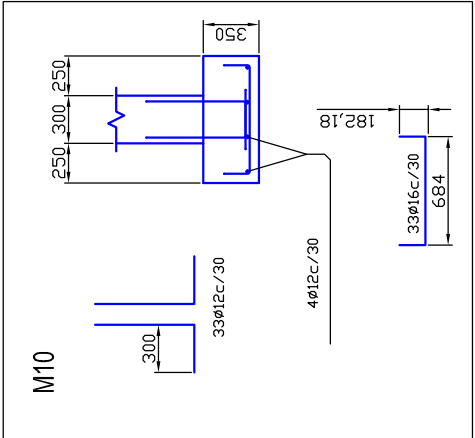
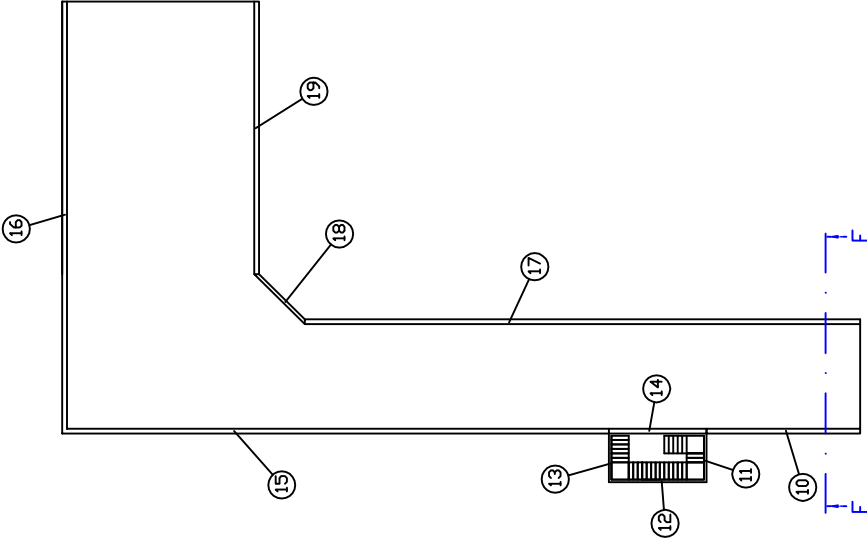
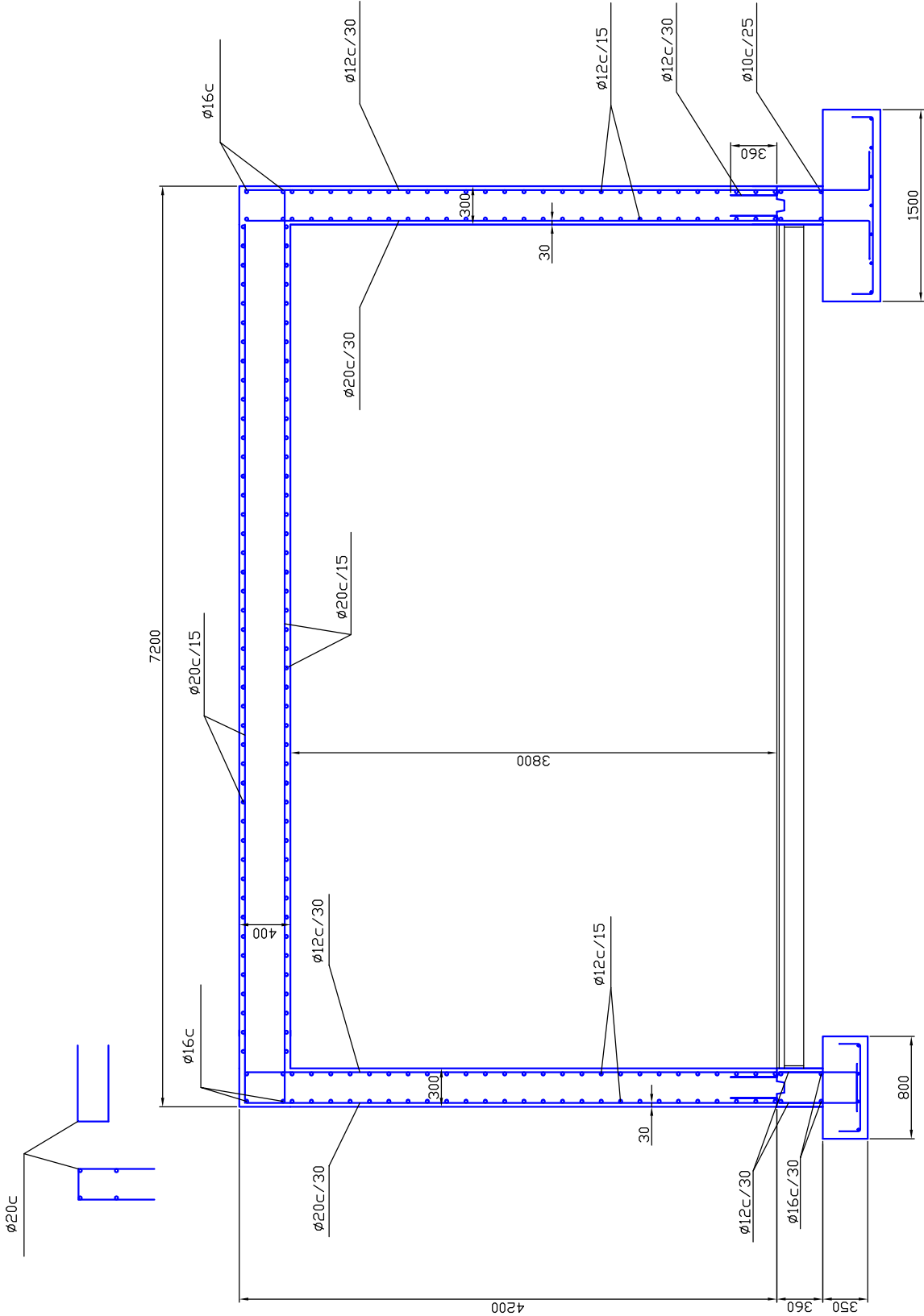



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier		
		Firma:		
Plano:  Sección transversal E-E		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 12	Escala: 1:50

# M10-M17

Longitud muro 10 = 9,695 m

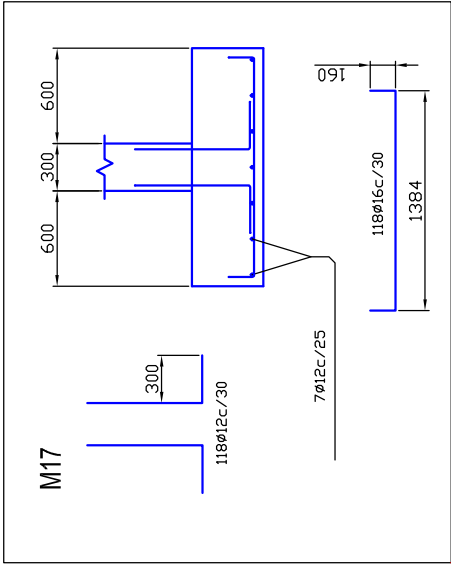
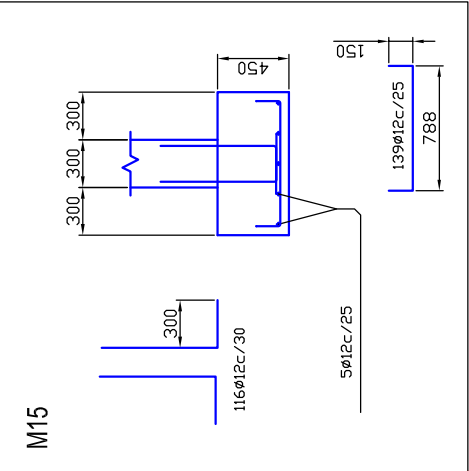
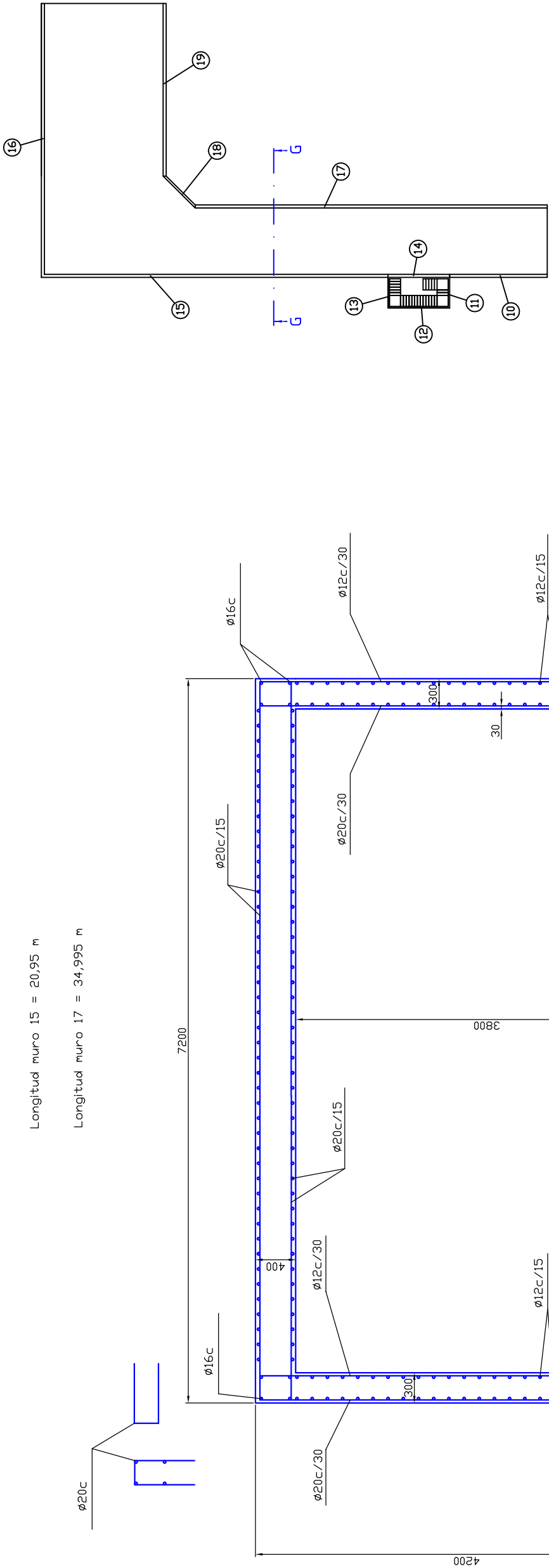
Longitud muro 17 = 34,995 m




 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T		Departamento:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
Proyecto:			Realizado:		
Túnel de hormigón armado			Ayábar Jiménez, Javier		
			Firma:		
Plano:			Fecha:	Nº Plano:	Escala:
Sección transversal F-F			09/09/2011	13	1:50

# M15-M17

Longitud muro 15 = 20,95 m  
Longitud muro 17 = 34,995 m

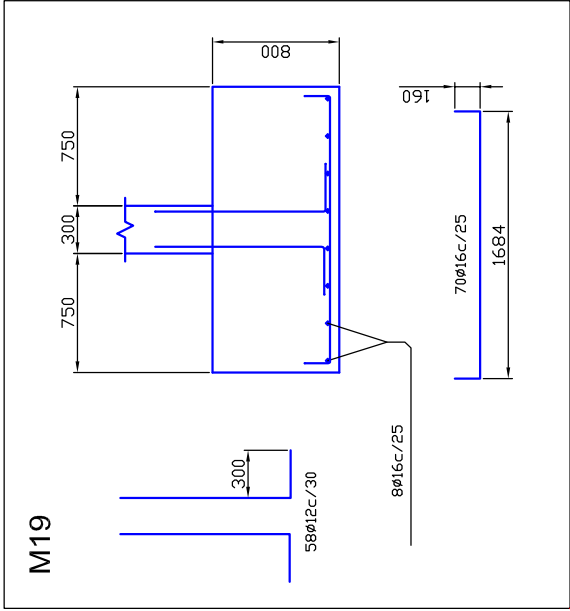
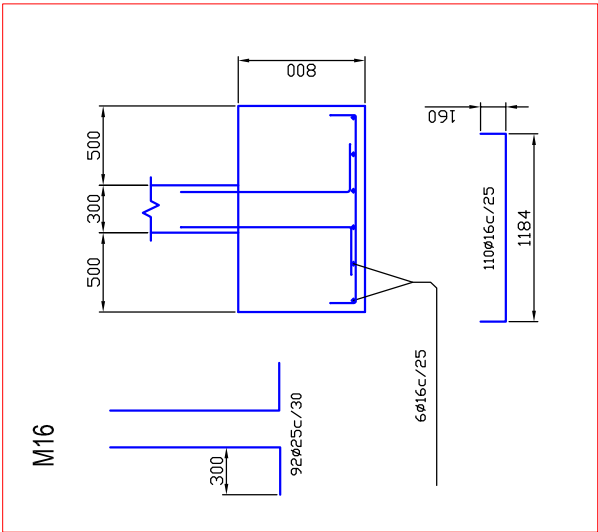
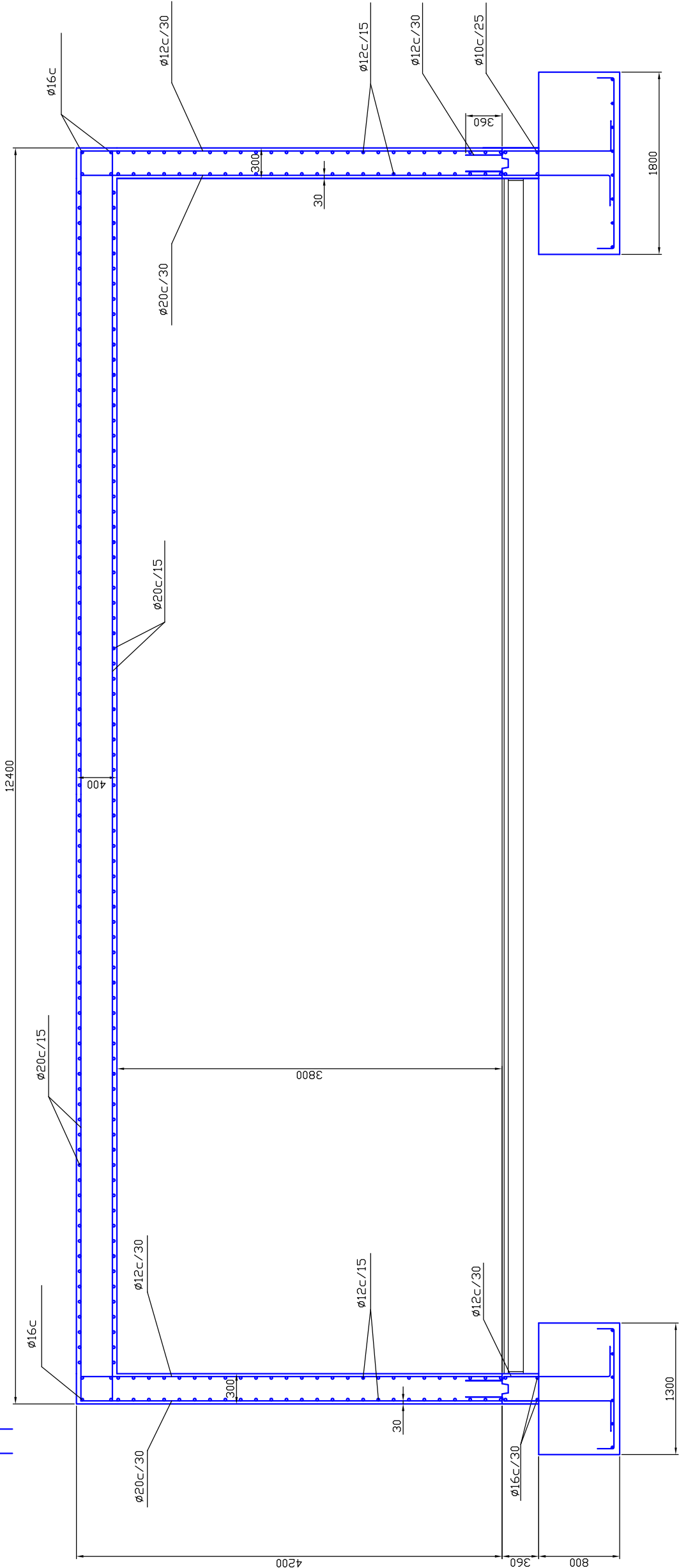
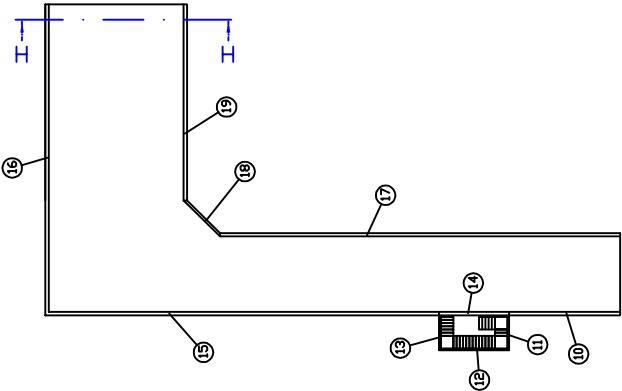



<div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier		
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Firma:		
Plano:  Sección transversal G-G		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 14	Escala: 1:50

# M16-M19

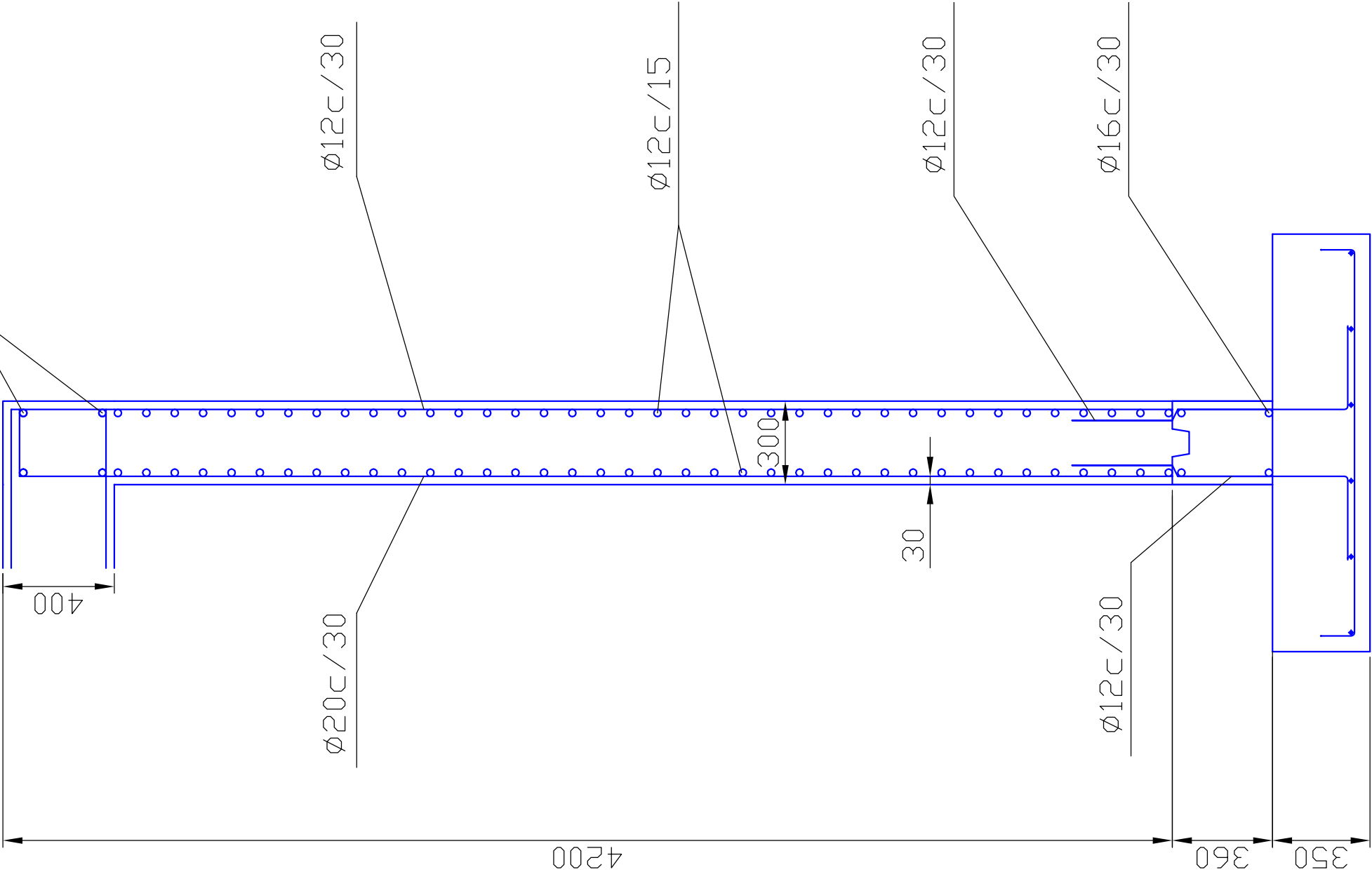
Longitud muro 16 = 27,22 m

Longitud muro 19 = 17,17 m



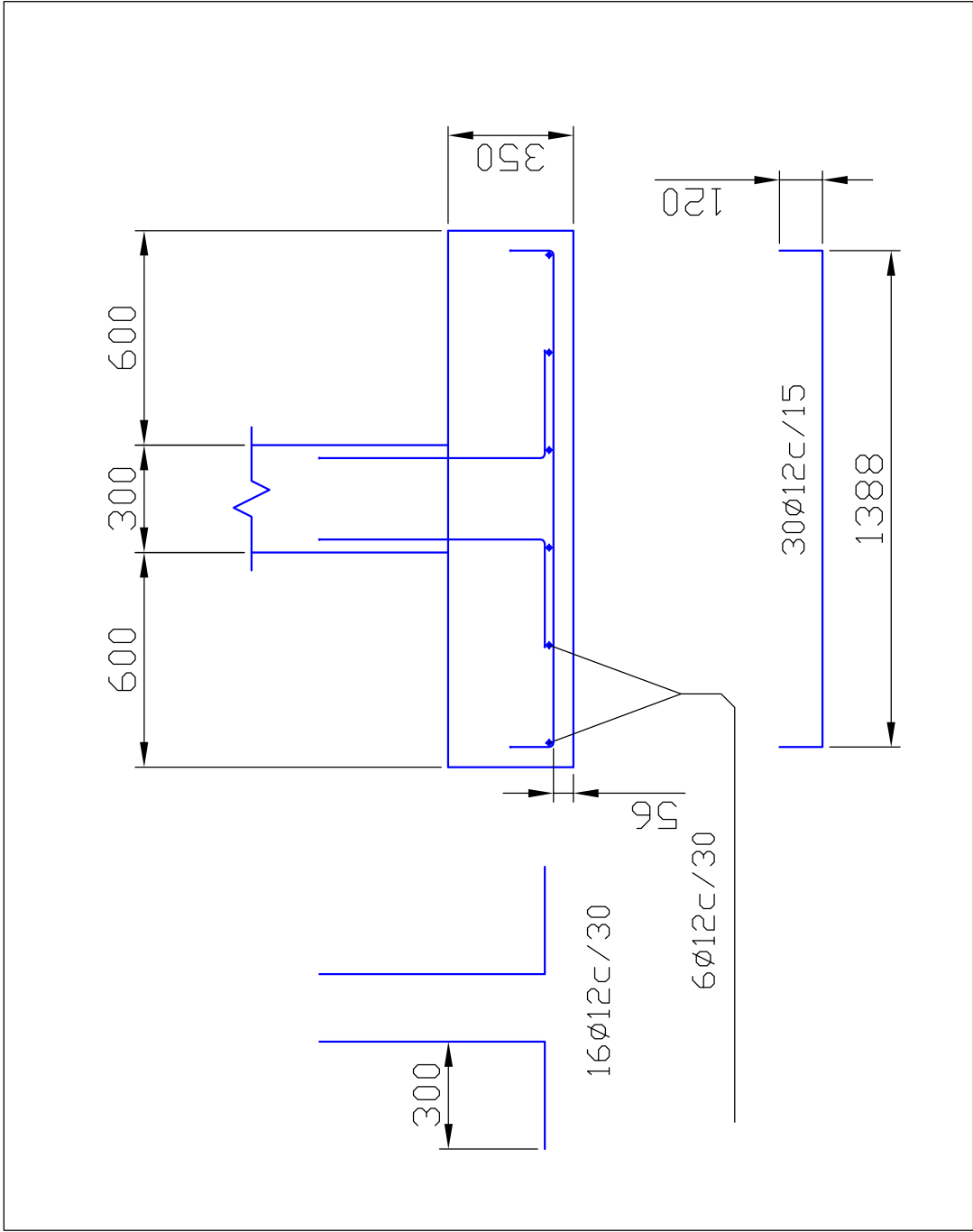
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier		
		Firma:		
Plano: Sección transversal H-H		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 15	Escala: 1:50

Ø16c



M18

Longitud muro 18 = 4,46 m




 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
Proyecto:  Túnel de hormigón armado			Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier	
			Firma:	
Plano:  Muro 18			Fecha:	Escala:
			09/09/2011	1:20

Figure 10 illustrates the reinforcement details for a sloped beam. The left part shows a cross-section of the beam with a sloped reinforcement cage. The right part shows a longitudinal section of the beam with reinforcement details.

**Left Part (Cross-section):**

- The beam has a total width of 1200 mm.
- The reinforcement cage is sloped, with a vertical height of 1200 mm.
- The reinforcement cage is composed of two main parts: a top part with a width of 400 mm and a bottom part with a width of 800 mm.
- The reinforcement cage is made of  $\phi 8c/20$  bars.
- The reinforcement cage is surrounded by a concrete cover of  $\phi 10c/20$ .


**Right Part (Longitudinal section):**

- The beam has a total length of 1500 mm.
- The reinforcement cage is sloped, with a vertical height of 1200 mm.
- The reinforcement cage is composed of two main parts: a top part with a width of 400 mm and a bottom part with a width of 800 mm.
- The reinforcement cage is made of  $\phi 8c/20$  bars.
- The reinforcement cage is surrounded by a concrete cover of  $\phi 10c/20$ .
- The reinforcement cage is surrounded by a concrete cover of  $\phi 10c/20$ .

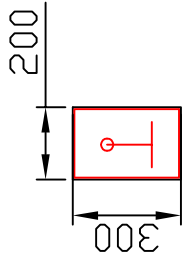
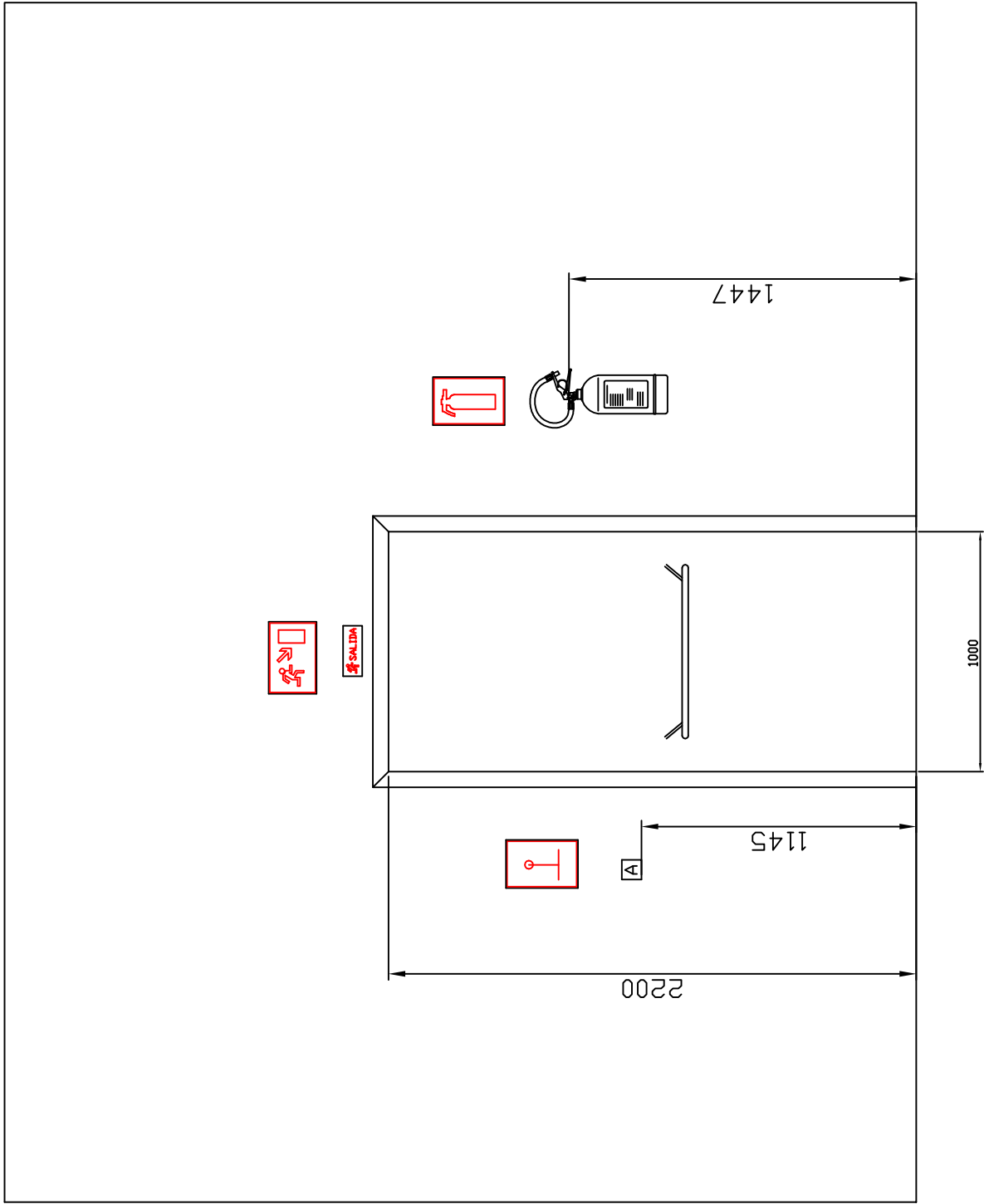
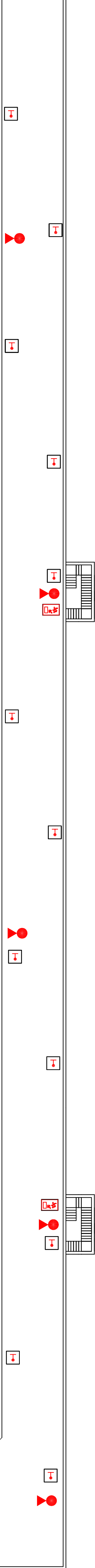
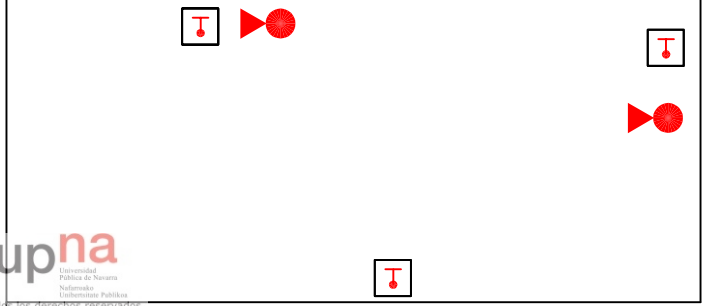
Technical drawing of a rectangular plate. The overall dimensions are 1100 (width) and 240 (height). The plate features a central rectangular hole with a width of  $\phi 820/20$  and a height of  $\phi 820/20$ . The hole is positioned such that the distance from the top edge to the top of the hole is 1032. The drawing includes dimension lines and labels for the overall size, hole size, and hole position.

Technical drawing of a rectangular plate. The overall dimensions are 1100 (width) and 240 (height). The plate features a central rectangular hole with a width of  $\phi 8c/20$  and a height of  $\phi 8c/20$ . The distance from the top edge of the plate to the top edge of the hole is 1032. The distance from the right edge of the plate to the right edge of the hole is  $\phi 8c/20$ .

DATOS	
Ámbito	1.100 m
Espesor	0.21 m
Huella	0.280 m
Contrahuella	0.180 m
Desnivel que salva	5.40 m
Nº de escalones	30
Peso propio	0.525 t/m2
Peldañado (Realizado hormigón)	0.170 t/m2
Solado	0.100 t/m2
Sobrecarga de uso	0.200 t/m2
Hormigón	HA-25, Yc=1.5
Acero	B 400 S, Ys=1.15
Rec. geométrico	3.0 cm

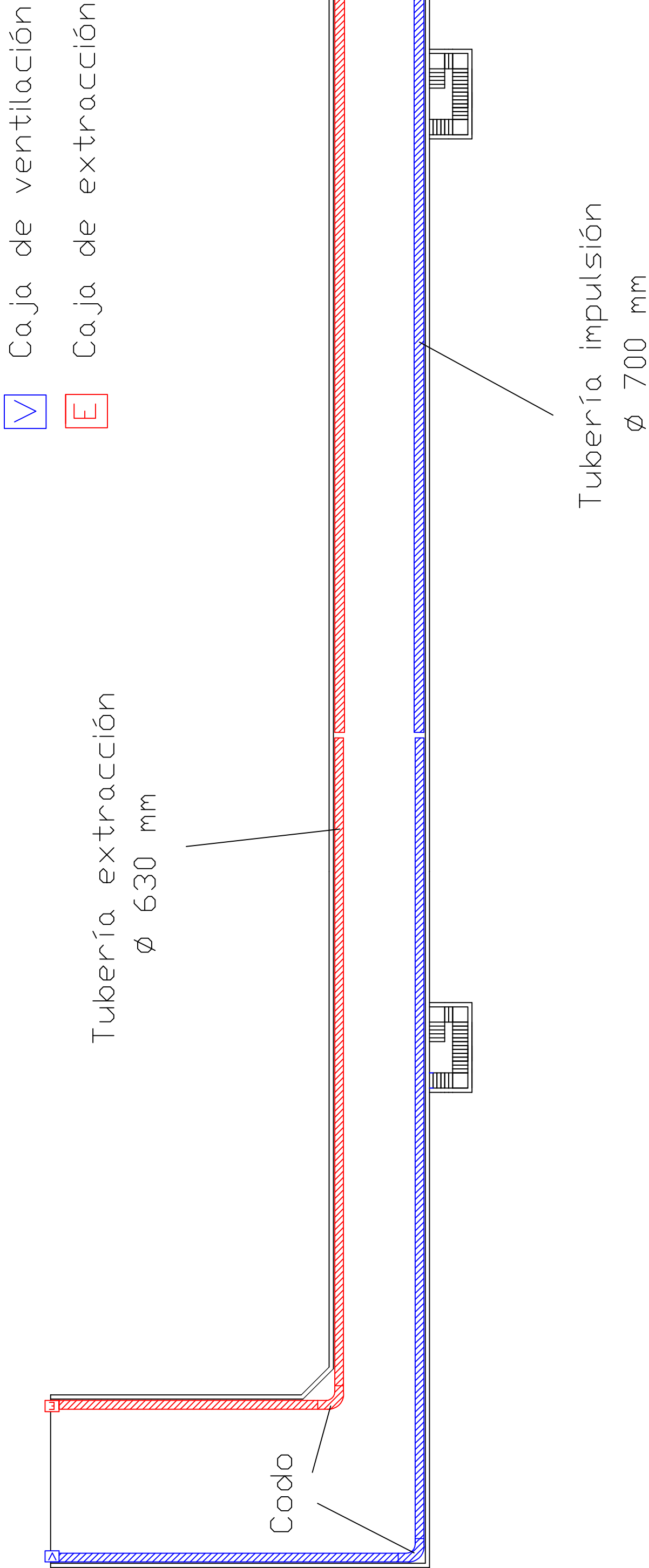
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES			
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.				
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier			
		Firma:			
Plano:  Escaleras de emergencia		<table border="1"> <tr> <td>Fecha: 09/09/2011</td> <td>Nº Plano: 17</td> <td>Escala: 1:50</td> </tr> </table>	Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 17	Escala: 1:50
Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 17	Escala: 1:50			




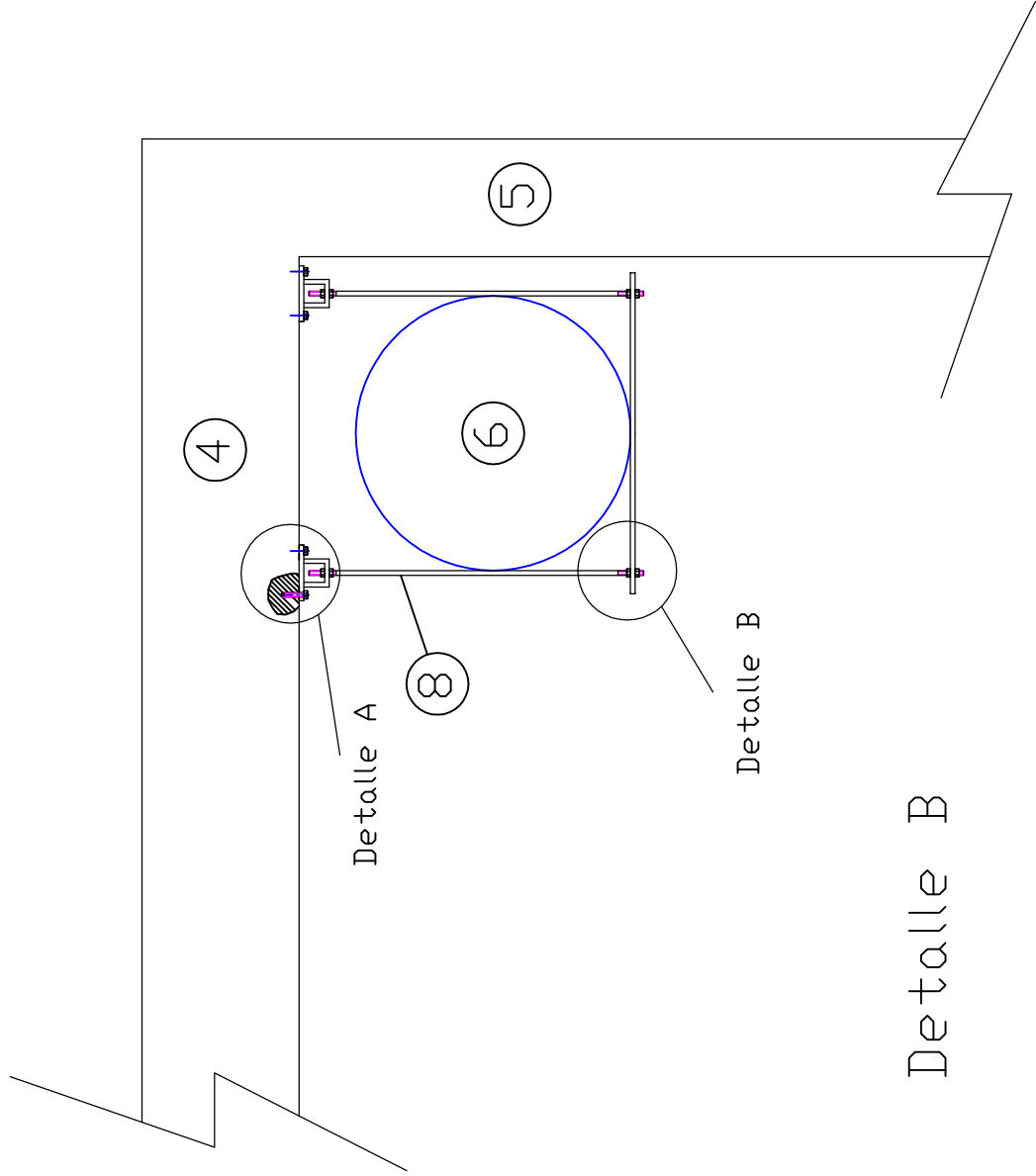
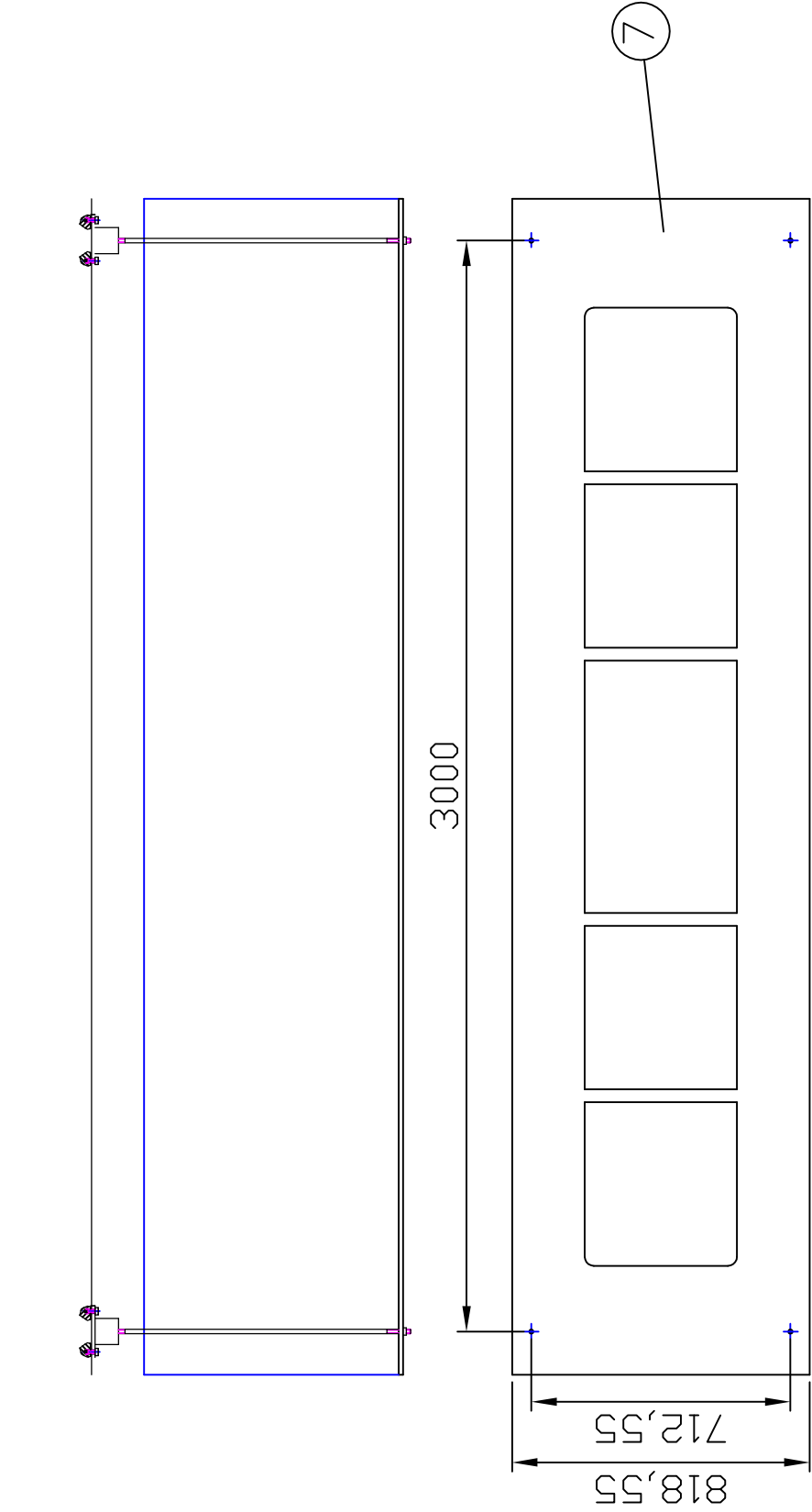


- SEÑALIZACIÓN SALIDA DE EMERGENCIA
- SEÑALIZACIÓN RECORRIDO DE EMERGENCIA
- SEÑALIZACIÓN PULSADOR DE ALARMA
- SEÑALIZACIÓN EXTINTOR

- Extintor portátil
- Pulsador de emergencia (cada 25 metros)
- Salida de emergencia
- Indicador luminoso recorrido de emergencia (cada 7 metros)



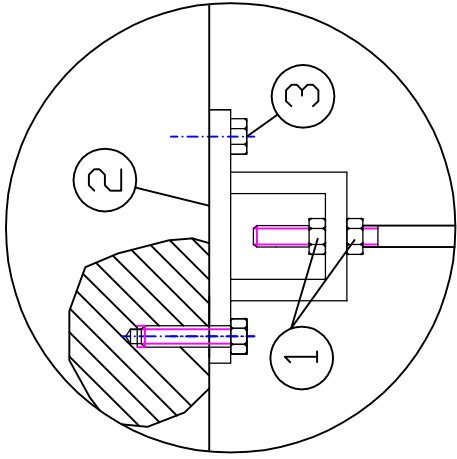
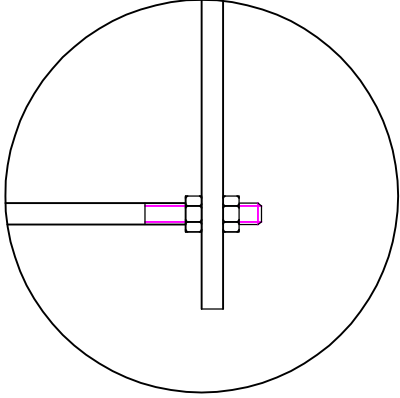
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa	E.T.S.I.I.T.	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		
Proyecto:		Realizado: Ayábar Jiménez, Javier		
Túnel de hormigón armado		Firma:		
Plano: Instalación de ventilación I		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 19	Escala: 1:300




Detalle B

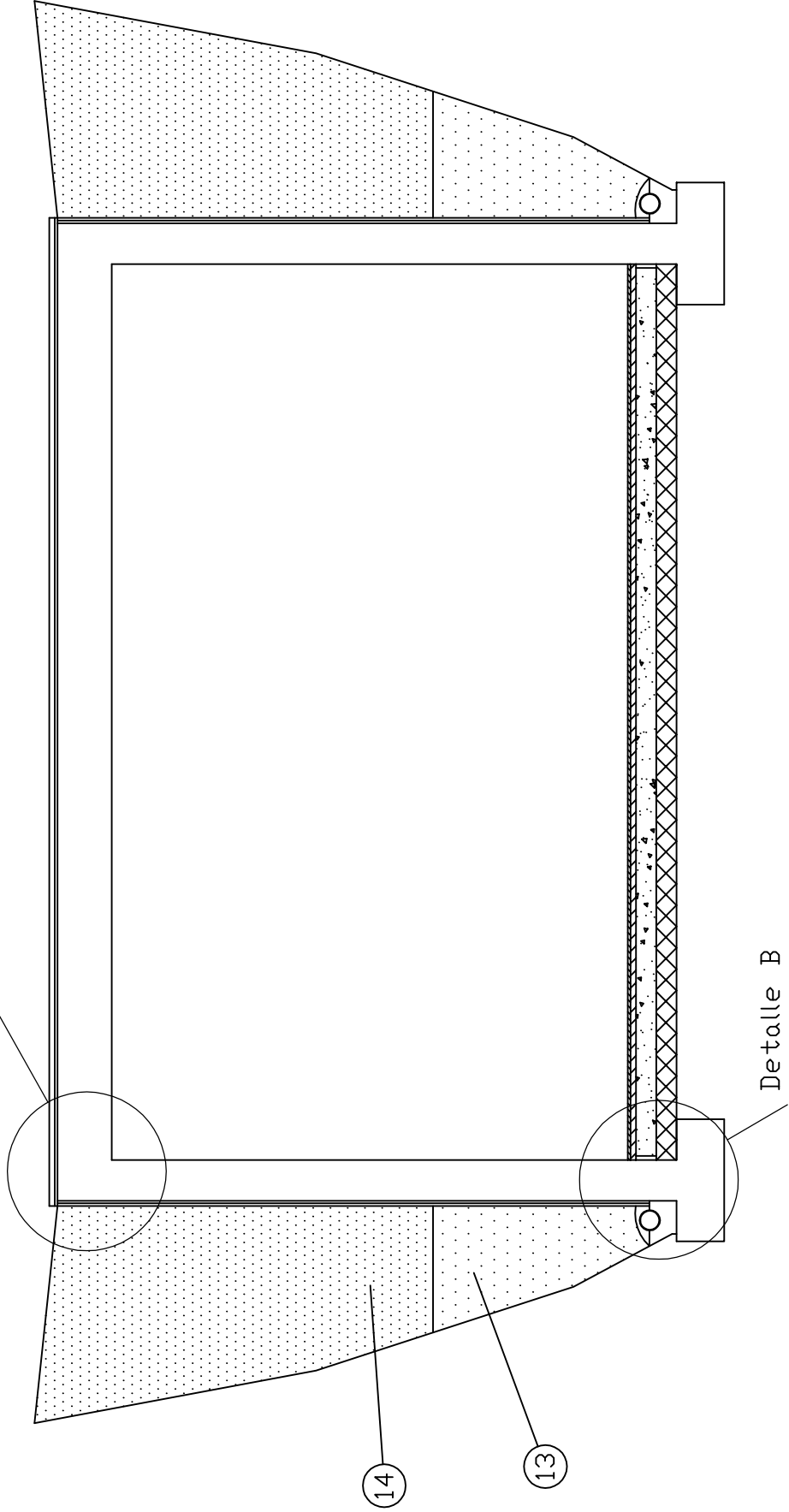
Detalle A

Marca	Componente
1	Tuerca M12
2	Pletina 40x12
3	Tornillo M12
4	Losa de hormigón
5	Muro de hormigón
6	Conducto de ventilación
7	Bandeja metálica
8	Varilla M12

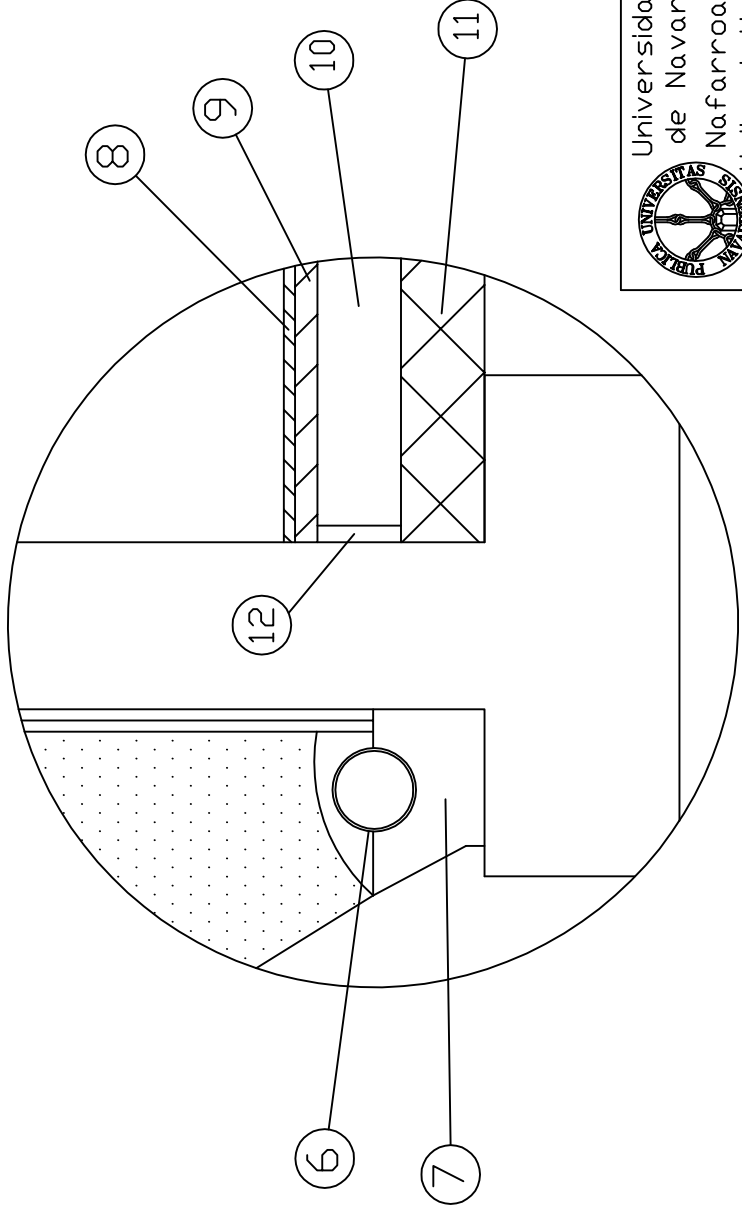


	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
	Proyecto: Túnel de hormigón armado		
Plano: Instalación de ventilación II		Realizado: Ayábar Jiménez, Javier	Fecha: 09/09/2011
		Firma:	Escala: 1:20

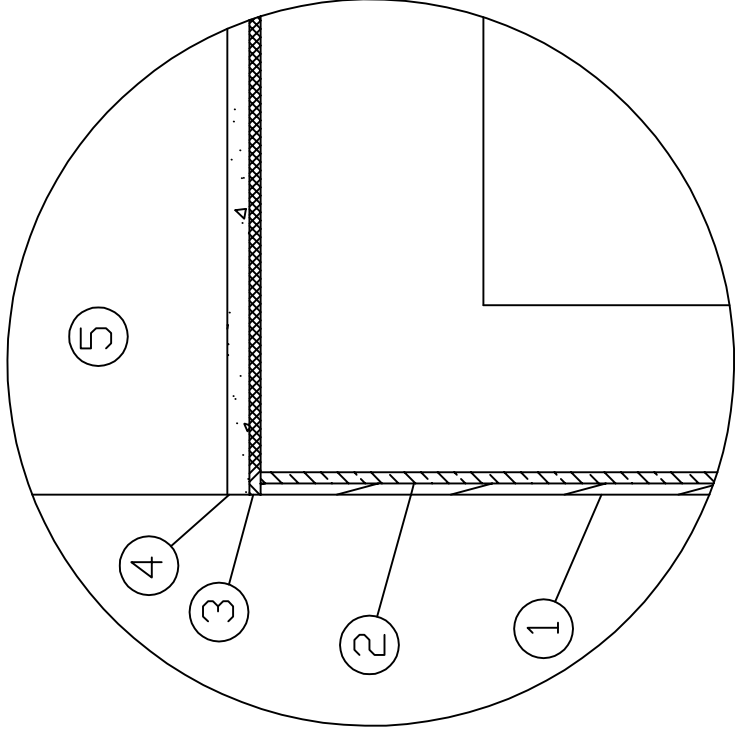
Detalle A




Detalle B



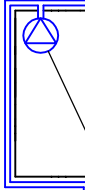
Detalle A



Marca	Componente
1	Geotextil
2	Tela asfáltica
3	Membrana impermeable
4	Capa de mortero de 4 cm
5	Tierra vegetal
6	Tubería porosa D= 150 mm
7	Asiento de hormigón
8	Mortero de agarre (2 cm)
9	Mortero de nivelación (4 cm)
10	Solera de hormigón (15 cm)
11	Capa de grava de 15 cm
12	Junta de neopreno
13	Grava (Diámetro 40 mm)
14	Grava (Diámetro 5 mm)

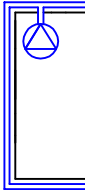
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T	Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado: Ayábar Jiménez, Javier	
		Firma:	
Plano: Sección impermeabilización-drenaje	Fecha: 09/09/2011		Nº Plano: 21
			Escala: 1:50

Desnivel 8% →



Bomba centrífuga


Tubería porosa D= 150 mm



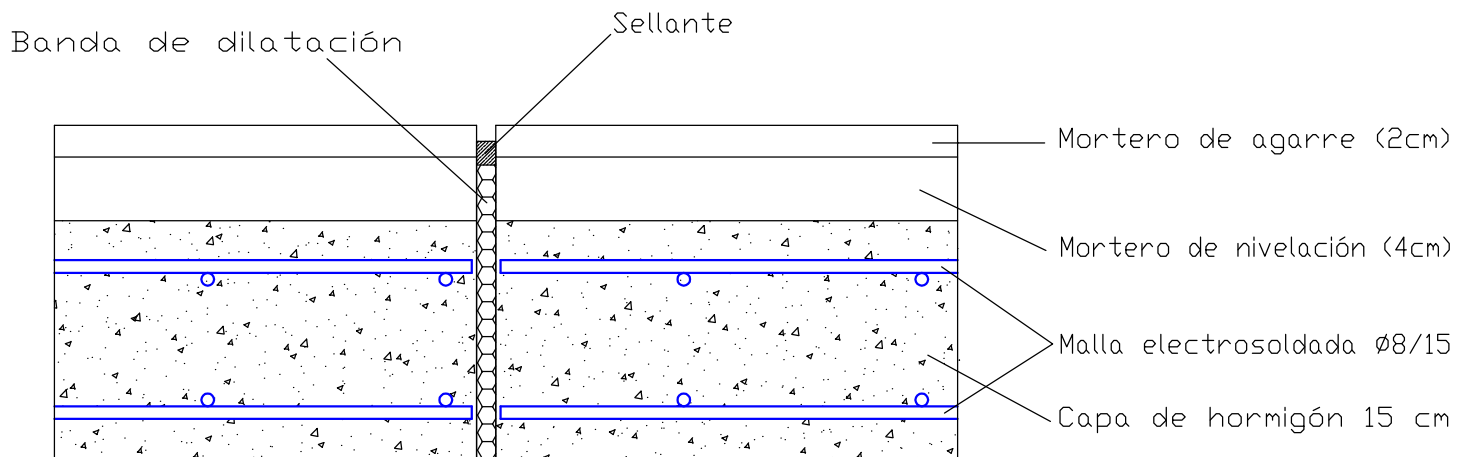
Tubería porosa D= 150 mm

A pluviales



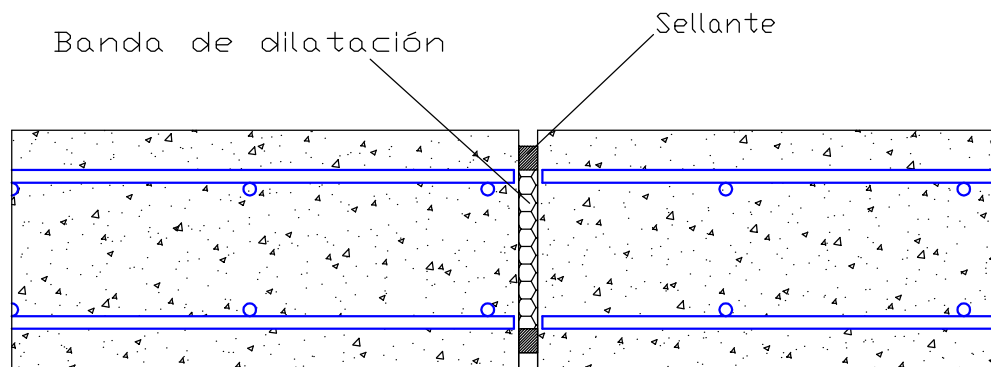
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.				
Proyecto:  Túnel de hormigón armado			Realizado:  Ayábar Jiménez, Javier		
			Firma:		
Plano:  Drenaje			Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 22	Escala: 1:300

## Solera interior túnel



Colocar juntas cada 20 m

## Losa superior



Colocar juntas cada 20 m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T

INGENIERO  
TÉCNICO INDUSTRIAL M.

Departamento:  
DEPARTAMENTO DE ING.  
MECÁNICA, ENERGÉTICA  
Y DE MATERIALES

Proyecto:

Túnel de hormigón armado

Realizado:

Ayábar Jiménez, Javier

Firma:

Fecha:

09/09/2011

Nº Plano:

23

Escala:

1:5

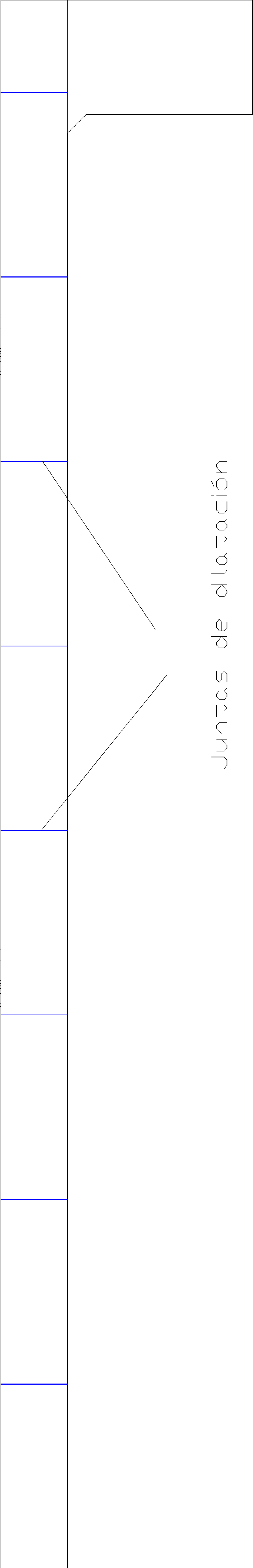
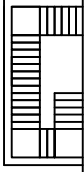
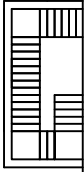
upna

Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erresalbatu dira


Juntas de dilatación

Colocar juntas cada 20 m

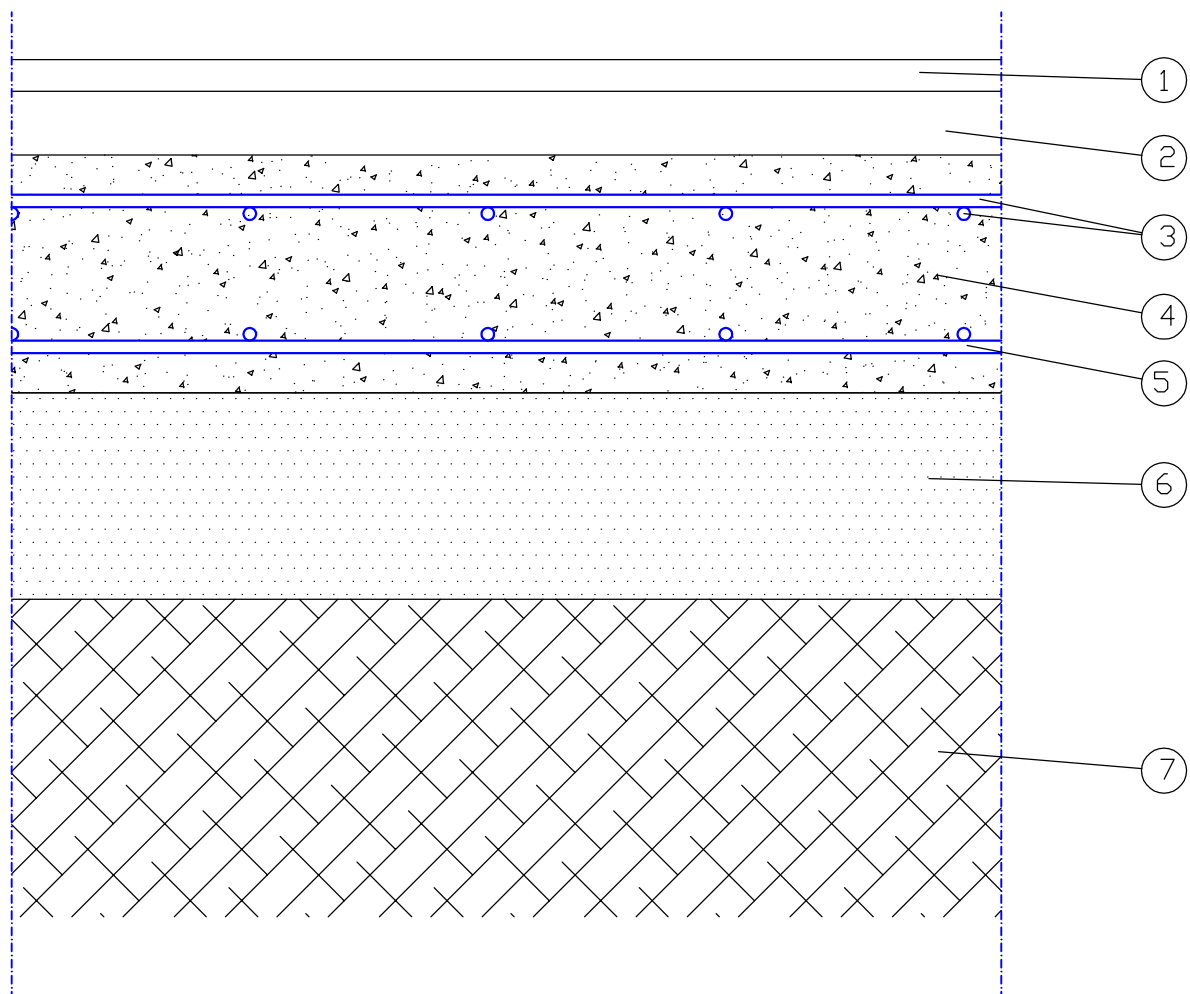
20000



Juntas de dilatación

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	Proyecto: Túnel de hormigón armado		Realizado: Ayábar Jiménez, Javier	
Plano: Juntas de dilatación II		Firma:	Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 24
				Escala: 1:300





- 1 Capa mortero agarre (2 cm)
- 2 Capa mortero nivelación (4 cm)
- 3 Armadura superior
- 4 Losa
- 5 Armadura inferior
- 6 Terreno compactado
- 7 Capa de grava compactada (15 cm)



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T

INGENIERO  
TÉCNICO INDUSTRIAL M.

Departamento:  
DEPARTAMENTO DE ING.  
MECÁNICA, ENERGÉTICA  
Y DE MATERIALES

Proyecto:

Túnel de hormigón armado

Realizado:

Ayábar Jiménez, Javier

Firma:

Fecha:

09/09/2011

Nº Plano:

25

Escala:

1:5

upna

Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erresalbatu dira

Solera



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

### **DOCUMENTO N° 4: PLIEGO DE CONDICIONES**

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

Tutor: Arturo Resano Lázaro

Pamplona, 9 de septiembre de 2011



## ÍNDICE

### A - PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL..... 6

#### 1 - DISPOSICIONES GENERALES..... 6

1.1. - NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO EN GENERAL ..... 6

1.2. - DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA..... 6

#### 2 - DISPOSICIONES FACULTATIVAS..... 7

2.1 - DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TECNICAS ..... 7

2.1.1. – DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES  
INTERVINIENTES ..... 7

2.1.2. - EL PROMOTOR..... 8

2.1.3. - EL PROYECTISTA..... 8

2.1.4. - EL CONSTRUCTOR..... 8

2.1.5. - EL DIRECTOR DE OBRA ..... 10

2.1.6. - EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA..... 11

2.1.7. - EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD..... 12

2.1.8. - LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE  
CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN ..... 13

2.2. - OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O  
CONTRATISTA. .... 13

2.2.1. - VERIFICACION DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO ..... 13

2.2.2. – PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 13

2.2.3. – PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD..... 14

2.2.4. – OFICINA EN LA OBRA ..... 14

2.2.5. – REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA..... 14

2.2.6. – PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA ..... 15

2.2.7. – TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE..... 15

2.2.8. – INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES  
DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO..... 15

2.2.9. – RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN  
FACULTATIVA ..... 16

2.2.10. – RECUSACION POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL  
NOMBRADO POR EL ARQUITECTO..... 16

2.2.11. – FALTAS DE PERSONAL ..... 16

2.2.12. – SUBCONTRATAS ..... 17

2.3 - RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN  
EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN..... 17

2.3.1. – DAÑOS MATERIALES ..... 17

2.3.2. – RESPONSABILIDAD CIVIL..... 17

2.4 - PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS,  
MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES..... 19

2.4.1. – CAMINOS Y ACCESOS..... 19

2.4.2. – REPLANTEO..... 19

2.4.3. – INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS  
TRABAJOS..... 19

2.4.4. – ORDEN DE LOS TRABAJOS ..... 20

2.4.5. – FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS ..... 20

2.4.6. – AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE CAUSA MAYOR .....	20
2.4.7. – PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR .....	20
2.4.8. – RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA .....	21
2.4.9. – CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN EN LOS TRABAJOS .....	21
2.4.10. – DOCUMENTACION DE OBRAS OCULTAS .....	21
2.4.11. – TRABAJOS DEFECTUOSOS .....	21
2.4.12. – VICIOS OCULTOS .....	22
2.4.13. – PROCEDENCIA DE MATERIALES Y APARATOS .....	22
2.4.14. – PRESENTACIÓN DE MUESTRAS .....	23
2.4.15. – MATERIALES NO UTILIZABLES .....	23
2.4.16. – MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS .....	23
2.4.17. – GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS .....	24
2.4.18. – LIMPIEZA DE LAS OBRAS .....	24
2.4.19. – OBRAS SIN PRESCRIPCIONES .....	24
2.5 - RECEPCIÓN .....	24
2.5.1. – ACTA DE RECEPCIÓN .....	24
2.5.2. –RECEPCIONES PROVISIONALES .....	25
2.5.3. –DOCUMENTACIÓN FINAL .....	26
2.5.4. –MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA .....	27
2.5.5. –PLAZO DE GARANTÍA .....	27
2.5.6. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE .....	28
2.5.7. –RECEPCIÓN DEFINITIVA .....	28
2.5.8. –PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA .....	28
2.5.9. –RECEPCIONES DE CONTRATOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA .....	28
<b>3 - DISPOSICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>29</b>
3.1 - PRINCIPIO GENERAL .....	29
3.2 - FIANZAS .....	29
3.3 - DE LOS PRECIOS .....	30
3.3.1. – COMPOSICION DE LOS PRECIOS UNITARIOS .....	30
3.3.2. – PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA .....	31
3.3.3. – PRECIOS CONTRADICTORIOS .....	31
3.3.4. –RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS .....	31
3.3.5. – FORMAS TRADICINALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS .....	32
3.3.6. – DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS .....	32
3.3.7. – ACOPIO DE MATERIALES .....	32
3.4 - VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS .....	32
3.4.1. – FORMA DE ABONO DE LAS OBRAS .....	32
3.4.2. – RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES .....	33
3.4.3. – MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS .....	34
3.4.4. – ABONO DE TRABAJO PRESUPUESTADO CON PARTIDA ALZADA .....	34

3.4.5. – ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS .....	35
3.4.6. – PAGOS .....	35
3.4.7. – ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTIA .....	35
3.5 - INDEMNIZACIONES MUTUAS .....	36
3.5.1. – INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS .....	36
3.5.2. – DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO .....	36
3.6 - VARIOS .....	36
3.6.1. – MEJORAS, AUMENTOS Y/OREDUCCIONES DE OBRA .....	36
3.6.2. – UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES .....	37
3.6.3. – SEGURO DE LAS OBRAS .....	37
3.6.4. – CONSERVACIÓN DE LA OBRA .....	38
3.6.5. – PAGO DE ARBITRIOS .....	38
3.6.6. – SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL .....	38
<b>B- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR .....</b>	<b>39</b>
<b>4-PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES .....</b>	<b>39</b>
4.1 - CONDICIONES GENERALES .....	39
4.1.1. – CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	39
4.1.2. – PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES .....	39
4.1.3. – MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO .....	39
4.1.4. – CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN .....	40
4.2 - CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES .....	40
4.2.1. – MATERIALES PARA HORMIGONES Y MORTEROS .....	40
4.2.1.1.-ÁRIDOS .....	40
4.2.1.2.- AGUA PARA EL AMASADO .....	41
4.2.1.3.- ADITIVOS .....	41
4.2.1.4.- CEMENTO .....	41
4.2.2. – ACERO .....	42
4.2.2.1.-ACERO DE ALTA ADHERENCIA EN REDONDOS PARA ARMADURA .....	42
4.2.2.2.-ACERO LAMINADO .....	42
4.2.3. – MATERIALES AUXILIARES DE HORMIGONES .....	43
4.2.3.1.-PRODUCTOS PARA CURADO DE HORMIGONES .....	43
4.2.3.2.-DESENCOFRANTES .....	43
4.2.4. – ENCOFRADOS Y CIMBAS .....	43
4.2.4.1.-ENCOFRADOS EN MUROS .....	43
4.2.4.2.-ENCOFRADO DE PILARES, VIGAS Y ARCOS .....	44
4.2.5. – AGLOMERANTES EXCLUIDO CEMENTO .....	44
4.2.5.1.-CAL HIDRAÚLICA .....	44
4.2.5.2.-YESO NEGRO .....	44
4.2.6. – IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJE .....	45
4.2.6.1.-IMPERMEABILIZACION LOSA SUPERIOR .....	45
4.2.6.2.-LÁMINA ASFALTICA .....	45
4.2.6.3.- GEOTEXTIL .....	46
4.2.6.4.- DREN LINEAL .....	46

4.2.6.5.- BOMBAS .....	46
4.2.7. – MATERIALES PARA FÁBRICA Y FORJADOS .....	47
4.2.7.1.-VIGUETAS PREFABRICADAS .....	47
4.2.8. – COMPONENTES ELÉCTRICOS .....	47
4.2.8.1.-NORMAS .....	47
4.2.8.2.-CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN .....	47
4.2.8.3.-APARATOS DE ALUMBRADO INTERIOR .....	48
4.2.9. – COMPONENTES DEL SISTEMA VENTILACIÓN .....	48
4.2.9.1.-CAJAS DE VENTILACIÓN .....	48
4.2.9.2.-UNIDAD DE EXTRACCIÓN .....	49
4.2.9.3.-TUBERÍAS Y CODOS .....	49
4.2.9.4.-REJILLAS .....	49
4.2.10. – COMPONENTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	49
4.2.11. – MATERIALES NO CONSIGNADOS EN ESTE PLIEGO .....	50

<b>5- PRESCRIPCIONES EN CUANTO A EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA y PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO. MANTENIMIENTO .....</b>	<b>51</b>
5.1 - MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	51
5.1.1. – EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS .....	51
5.1.2. – EXCAVACIONES EN ZANJAS Y POZOS .....	52
5.1.3. – RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS DE POZOS .....	53
5.2 - HORMIGONES .....	55
5.2.1. – DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES .....	55
5.2.2. –FABRICACIÓN DE HORMIGONES .....	55
5.2.3. –MEZCLA EN OBRA .....	56
5.2.4. –TRANSPORTE DE HORMIGÓN .....	56
5.2.5. –PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN .....	56
5.2.6. –COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN .....	57
5.2.7. –CURADO DEL HORMIGÓN .....	57
5.2.8. –JUNTAS DE HORMIGONADO .....	57
5.2.9. –TERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS VISTOS .....	58
5.2.10. –LIMITACIONES DE EJECUCIÓN .....	58
5.2.11. –MEDICIÓN Y ABONO .....	59
5.3 - MORTEROS .....	59
5.3.1. –DOSIFICACIÓN DE MORTEROS .....	59
5.3.2. –FABRICACIÓN DE MORTEROS .....	59
5.3.3. –MEDICIÓN Y ABONO .....	60
5.4 - ENCOFRADOS .....	60
5.4.1. –CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE .....	60
5.4.2. –APEOS Y CIMBAS .....	61
5.4.3. –DESENCOFRADO Y DESCIMBADO DEL HORMIGÓN .....	62
5.4.4. –MEDICIÓN Y ABONO .....	62
5.5 - ARMADURAS Y ACERO .....	62
5.5.1. –COLOCACIÓN, RECUBRIMIENTO Y EMPALME DE ARMADURAS .....	62
5.5.2. –SOLDADURA .....	62
5.5.3. –MEDICIÓN Y ABONOS .....	63
5.6 - ALBAÑILERÍA .....	64



5.6.1. –ENLUCIDO DE YESO .....	64
5.6.2. –ENFOSCADOS DE CEMENTO .....	64
5.7 –IMPERMEABILIZACION Y DRENAJE.....	65
5.7.1. –IMPERMEABILIZACIÓN LOSA SUPERIOR .....	65
5.7.2. –LÁMINA ASFALTICA .....	65
5.7.3. –GEOTEXTIL .....	66
5.7.4. –DREN LINEAL.....	66
5.7.5. –BOMBAS .....	67
5.8 –INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	67
5.8.1. –CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	68
5.8.2. –CONDUCTORES DE PROTECCIÓN .....	68
5.8.3. –IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	68
5.8.4. –TUBOS PROTECTORES .....	68
5.8.5. –CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES.....	69
5.8.6. –APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.....	69
5.8.7. –APARATOS DE PROTECCIÓN.....	69
5.8.8. –PUNTOS DE UTILIZACIÓN.....	70
5.8.9. –PUESTA A TIERRA.....	70
5.9 –INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: .....	70
5.9.1. –INSPECCIONES .....	71
5.9.2. –ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO .....	71

## **A - PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL**

### **1 - DISPOSICIONES GENERALES**

#### **1.1. - NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO EN GENERAL**

El presente Pliego General de Condiciones y el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, como partes del proyecto de construcción, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero Técnico y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### **1.2. - DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º. El Contrato de ejecución de la obra.
- 2º. El Pliego de Cláusulas Administrativas
- 3º. El presente Pliego de Prescripciones Técnicas.
- 4º. El resto de la documentación de Proyecto (presupuesto, planos, mediciones y memoria).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.



## **2 - DISPOSICIONES FACULTATIVAS**

### **2.1 - DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TECNICAS**

#### **2.1.1. – DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES**

Ámbito de aplicación de la LOE.

La Ley de Ordenación de la Edificación es de aplicación al proceso de la edificación, entendiendo por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

El proyecto a realizar esta clasificado como perteneciente al grupo b) (túnel subterráneo de carácter industrial), por lo tanto, un titulado como ingeniero técnico industrial está habilitado para llevar a cabo e proyecto.

### **2.1.2. - EL PROMOTOR**

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designará al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

### **2.1.3. - EL PROYECTISTA**

Son obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.):

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

### **2.1.4. - EL CONSTRUCTOR**

Son obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.):



- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- l) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m) Facilitar al Aparejador o Arquitecto Técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- o) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.

### **2.1.5. - EL DIRECTOR DE OBRA**

Corresponde al Director de Obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y las adecuaciones de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del Proyecto.
- g) Comprobar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por Laboratorios y/o Entidades de Control de Calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### **2.1.6. - EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Corresponde al Aparejador o Arquitecto Técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Arquitecto y del Constructor.

- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Arquitecto.
- i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- l) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

### **2.1.7. - EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD**

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

### **2.1.8. - LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (art. 14 de la L.O.E.):

a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

## **2.2. - OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.**

### **2.2.1. - VERIFICACION DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

### **2.2.2. – PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución y del Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad, quien lo informará y propondrá, si procede, su aprobación por el órgano competente.

### **2.2.3. – PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD**

El Constructor tendrá a su disposición el Proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Proyecto por el Arquitecto o Aparejador de la Dirección facultativa.

### **2.2.4. – OFICINA EN LA OBRA**

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa, en la que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

### **2.2.5. – REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA**



El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe obra, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor.

El Jefe de Obra será un técnico titulado con experiencia suficiente, y además estará asistido por otro técnico titulado que asumirá las funciones de Técnico de Seguridad y Salud Laboral que corresponden al Contratista.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### **2.2.6. – PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA**

El Jefe de Obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Aparejador o Arquitecto Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### **2.2.7. – TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

#### **2.2.8. – INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Arquitecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### **2.2.9. – RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **2.2.10. – RECUSACION POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL ARQUITECTO**

El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, Aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### **2.2.11. – FALTAS DE PERSONAL**

El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

#### **2.2.12. – SUBCONTRATAS**

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **2.3 - RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN**

#### **2.3.1. – DAÑOS MATERIALES**

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

#### **2.3.2. – RESPONSABILIDAD CIVIL**

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

## **2.4 - PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.**

### **2.4.1. – CAMINOS Y ACCESOS**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El Aparejador o Arquitecto Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

### **2.4.2. – REPLANTEO**

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Aparejador o Arquitecto Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### **2.4.3. – INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Arquitecto y al Aparejador o Arquitecto Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### **2.4.4. – ORDEN DE LOS TRABAJOS**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **2.4.5. – FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **2.4.6. – AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE CAUSA MAYOR**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### **2.4.7. – PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible

terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **2.4.8. – RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### **2.4.9. – CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN EN LOS TRABAJOS**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado anteriormente.

#### **2.4.10. – DOCUMENTACION DE OBRAS OCULTAS**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Arquitecto; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### **2.4.11. – TRABAJOS DEFECTUOSOS**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones



y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Aparejador o Arquitecto Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Aparejador o Arquitecto Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

#### **2.4.12. – VICIOS OCULTOS**

Si el Aparejador o Arquitecto Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

#### **2.4.13. – PROCEDENCIA DE MATERIALES Y APARATOS**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Aparejador o Arquitecto Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **2.4.14. – PRESENTACIÓN DE MUESTRAS**

A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### **2.4.15. – MATERIALES NO UTILIZABLES**

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Aparejador o Arquitecto Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### **2.4.16. – MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS**

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del Aparejador o Arquitecto Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **2.4.17. – GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **2.4.18. – LIMPIEZA DE LAS OBRAS**

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

#### **2.4.19. – OBRAS SIN PRESCRIPCIONES**

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

### **2.5 - RECEPCIÓN.**

#### **2.5.1. – ACTA DE RECEPCIÓN**

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.

- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (arquitecto) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

### **2.5.2. –RECEPCIONES PROVISIONALES**

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Arquitecto y del Aparejador o Arquitecto Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

### **2.5.3. –DOCUMENTACIÓN FINAL**

El Arquitecto, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

#### **a.- DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA**

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el COA.

#### **b.- DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA**

Su contenido cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

#### **c.- CERTIFICADO FINAL DE OBRA.**

Este se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo, del Ministerio de Vivienda, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente

la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

#### **2.5.4. –MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Aparejador o Arquitecto Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el Art. 6 de la LOE.)

#### **2.5.5. –PLAZO DE GARANTÍA**

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de un año, y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la propiedad con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la propiedad tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el contratista.

Tras la recepción definitiva de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción, debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá

en el término de 15 años. Terminado este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

#### **2.5.6. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### **2.5.7. –RECEPCIÓN DEFINITIVA**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### **2.5.8. –PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Arquitecto-Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### **2.5.9. –RECEPCIONES DE CONTRATOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.



Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

### **3 - DISPOSICIONES ECONÓMICAS**

#### **3.1 - PRINCIPIO GENERAL**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La Propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago, respetando en todo caso las especificaciones del Pliego de Cláusulas Administrativas que aportará la Propiedad y los artículos que le afectan de la ley 13/1995 y Real Decreto 390/96 de Contratos de las Administraciones Públicas.

#### **3.2 - FIANZAS**

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

### **3.3 - DE LOS PRECIOS**

#### **3.3.1. – COMPOSICION DE LOS PRECIOS UNITARIOS**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a. La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b. Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c. Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d. Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e. Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos. En el presente proyecto la Administración pública establece entre un 9 por 100.

Beneficio industrial:

El beneficio oficial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de costes directos e indirectos.

Precio de Ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de costes directos e indirectos.

Precio de Contrata:

El Precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El I.V.A. gira sobre esta suma pero no integra el precio.

### **3.3.2. – PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima en 6 por 100.

### **3.3.3. – PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en algunas de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. El Contratista, a solicitud de la Dirección Facultativa, presentará en un plazo de tres días su propuesta de precio para la nueva unidad de obra. Si el precio no fuese conforme, a juicio de la Dirección Facultativa, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Arquitecto y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo de tres días, tomando como referencia el concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y si no se alcanza el acuerdo, se estará a lo dispuesto en el Art. 146 de la citada ley 13/1995 y la Disposición Transitoria 3ª del Real Decreto 396/1996.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **3.3.4. –RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

### **3.3.5. – FORMAS TRADICINALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS**

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, a los criterios de medición especificados en el Presupuesto y estado de Mediciones del Proyecto.

### **3.3.6. – DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

### **3.3.7. – ACOPIO DE MATERIALES**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## **3.4 - VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **3.4.1. – FORMA DE ABONO DE LAS OBRAS**

El abono de los trabajos se efectuará por unidades o medidas a tipo fijo por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando el total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

### **3.4.2. – RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los “Pliegos de Condiciones Particulares” que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Arquitecto-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Arquitecto-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Arquitecto-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

### **3.4.3. – MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Arquitecto-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Arquitecto-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **3.4.4. – ABONO DE TRABAJO PRESUPUESTADO CON PARTIDA ALZADA**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Cláusulas Administrativas", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada o como “unidad de obra a justificar”, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación expresan:

a. Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, los trabajos presupuestados mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b. Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c. Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Arquitecto -Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con los porcentaje que se

fijen en el Pliego de Condiciones en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

### **3.4.5. – ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

### **3.4.6. – PAGOS**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Arquitecto-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

### **3.4.7. – ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTIA**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Arquitecto-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.



### **3.5 - INDEMNIZACIONES MUTUAS**

#### **3.5.1. – INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### **3.5.2. – DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO**

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual (o el que se defina en el Pliego Particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **3.6 - VARIOS**

#### **3.6.1. – MEJORAS, AUMENTOS Y/OREDUCCIONES DE OBRA**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Arquitecto-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Arquitecto-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Arquitecto-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **3.6.2. – UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Arquitecto-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **3.6.3. – SEGURO DE LAS OBRAS**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, par que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero -Director.

### **3.6.4. – CONSERVACIÓN DE LA OBRA**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Arquitecto- Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Arquitecto Director fije. Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado.

### **3.6.5. – PAGO DE ARBITRIOS**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

### **3.6.6. – SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL**

El Contratista deberá tener contratado un Seguro por Responsabilidad Civil de daños a terceros por causa de esta obra, sus instalaciones o maquinaria, cuyo importe mínimo por siniestro será de uno con dos millones de euros (1.200.000). La propuesta de póliza con los riesgos asegurados, la presentará el Contratista a la Propiedad para su conformidad previa a la contratación.

## **B- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES. PLIEGO PARTICULAR**

### **4-PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES**

#### **4.1 - CONDICIONES GENERALES**

##### **4.1.1. – CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

##### **4.1.2. – PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

##### **4.1.3. – MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **4.1.4. – CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN**

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### **4.2 - CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES**

##### **4.2.1. – MATERIALES PARA HORMIGONES Y MORTEROS**

###### **4.2.1.1.-ÁRIDOS**

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE-08. Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7.243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenido por dicho tamiz; y por “árido total” (o simplemente “árido” cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

Limitación de tamaño.

Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE-08.

#### **4.2.1.2.- AGUA PARA EL AMASADO**

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.), según NORMA UNE 7130:58.
- Sulfatos expresados en SO<sub>4</sub>, menos de un gramo por litro (1 gr.A.) según ensayo de NORMA 7131:58.
- Ión cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr./l , según NORMA UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.). (UNE 7235).
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132:58.
- Demàs prescripciones de la EHE-08.

#### **4.2.1.3.- ADITIVOS**

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire. Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del tres y medio por ciento (3.5%) del peso del cemento.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.
- Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE-08.

#### **4.2.1.4.- CEMENTO**

Se entiende como tal, un aglomerante, hidráulico que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos R.C. 03. B.O.E. 16.01.04.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias. Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE-08.

#### **4.2.2. – ACERO**

##### **4.2.2.1.-ACERO DE ALTA ADHERENCIA EN REDONDOS PARA ARMADURA**

Se aceptarán aceros corrugados de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg./cm<sup>2</sup>). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%).

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE-08.

##### **4.2.2.2.-ACERO LAMINADO**

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN 10210-1:1994 relativa a perfiles huecos para la construcción, acabados en relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.



Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

#### **4.2.3. – MATERIALES AUXILIARES DE HORMIGONES**

##### **4.2.3.1.-PRODUCTOS PARA CURADO DE HORMIGONES**

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporización.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete días al menos después de una aplicación.

##### **4.2.3.2.-DESENCOFRANTES**

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmolde. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

#### **4.2.4. – ENCOFRADOS Y CIMBAS**

##### **4.2.4.1.-ENCOFRADOS EN MUROS**

Podrán ser de madera o metálicos pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a un centímetro respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

**4.2.4.2.-ENCOFRADO DE PILARES, VIGAS Y ARCOS**

Podrán ser de madera o metálicos pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de un centímetro de la longitud teórica. Igualmente deberá tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón de forma que el máximo movimiento local producido por esta.

**4.2.5. – AGLOMERANTES EXCLUIDO CEMENTO****4.2.5.1.-CAL HIDRAÚLICA**

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico comprendido entre dos enteros y cinco décimas y dos enteros y ocho décimas.
- Densidad aparente superior a ocho décimas.
- Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco menor del doce por ciento.
- Fraguado entre nueve y treinta horas.
- Residuo de tamiz cuatro mil novecientas mallas menor del seis por ciento.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los siete días superior a ocho kilogramos por centímetro cuadrado. Curado de la probeta un día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción del mortero normal a los siete días superior a cuatro kilogramos por centímetro cuadrado. Curado por la probeta un día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los veintiocho días superior a ocho kilogramos por centímetro cuadrado y también superior en dos kilogramos por centímetro cuadrado a la alcanzada al séptimo día.

**4.2.5.2.-YESO NEGRO**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico semihidratado ( $\text{SO}_4\text{Ca}/2\text{H}_2\text{O}$ ) será como mínimo del cincuenta por ciento en peso.
- El fraguado no comenzará antes de los dos minutos y no terminará después de los treinta minutos.
- En tamiz 0.2 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento.
- En tamiz 0.08 UNE 7050 no será mayor del cincuenta por ciento.
- Las probetas prismáticas 4-4-16 cm. de pasta normal ensayadas a flexión con una separación entre apoyos de 10.67 cm. resistirán una carga central de ciento veinte kilogramos como mínimo.

- La resistencia a compresión determinada sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo setenta y cinco kilogramos por centímetros cuadrado. La toma de muestras se efectuará como mínimo en un tres por ciento de los casos mezclando el yeso procedente de los diversos hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 Kg. como mínimo una muestra. Los ensayos se efectuarán según las normas UNE 7064 y 7065.

#### **4.2.6. – IMPERMEABILIZACIONES Y DRENAJE**

##### **4.2.6.1.-IMPERMEABILIZACION LOSA SUPERIOR**

Cumplirá con los siguientes requisitos:

- Comportamiento frente a un fuego externo UNE-EN 1187; UNE-EN 13501-5
- Reacción al fuego E - UNE-EN 11925-2; UNE-EN 13501-1
- Estanquidad al agua UNE-EN 1928
- Elongación a la rotura longitudinal  $45 \pm 15$  % UNE-EN 12311-1
- Elongación a la rotura transversal  $45 \pm 15$  % UNE-EN 12311-1
- Resistencia a la penetración de raíces UNE-EN 13948
- Resistencia a la carga estática  $>20$  kg UNE-EN 12730
- Resistencia al impacto  $>2000$  mm UNE-EN 12691
- Resistencia al desgarro longitudinal  $280 \pm 30$  N UNE-EN 12310-1
- Resistencia al desgarro transversal  $280 \pm 30$  N UNE-EN 12310-1
- Resistencia de juntas: cizalla de la soldadura  $650 \pm 250$  UNE-EN 12317-1
- Flexibilidad a bajas temperaturas  $< -15$  °C UNE-EN 1109
- Factor de resistencia a la humedad 20.000 - UNE-EN 1931
- Durabilidad flexibilidad  $-5 \pm 5$  °C UNE-EN 1109
- Durabilidad fluencia  $100 \pm 10$  °C UN-EN 1110
- Cumpla con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.
- Cumpla con los requisitos de la norma UNE EN 13707.
- Cumpla con los requisitos del Mercado CE.

##### **4.2.6.2.-LÁMINA ASFALTICA**

Cumplirá con las siguientes condiciones:

- Comportamiento frente a un fuego externo PND - UNE-EN 1187; UNE-EN 13501-5
- Reacción al fuego F - UNE-EN 11925-2; UNE-EN 13501-1
- Estanquidad al agua UNE-EN 1928
- Elongación a la rotura longitudinal  $35 \pm 15$  % UNE-EN 12311-1
- Elongación a la rotura transversal  $35 \pm 15$  % UNE-EN 12311-1

- Resistencia a la penetración de raíces EN 13984
- Resistencia de juntas: cizalla de la soldadura  $200 \pm 100$  - UNE-EN 12317-1
- Flexibilidad a bajas temperaturas  $< -15$  °C UNE-EN 1109
- Factor de resistencia a la humedad 115.000 - EN 1931
- Coeficiente de densidad de flujo de humedad 2.56, Exp-9 Kg/(m<sup>2</sup>.s) EN 1931
- Durabilidad estanquidad UNE-EN 1928
- Durabilidad tracción longitudinal  $200 \pm 100$  N/5cm UNE-EN 12311-1
- Durabilidad tracción transversal  $200 \pm 100$  N/5cm UNE-EN 12311-1
- Cumpla con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.
- Cumpla con los requisitos del Mercado CE.

#### **4.2.6.3.- GEOTEXTIL**

Cumplirá con las siguientes condiciones:

- Resistencia a la tracción longitudinal 15.0, -2.0 KN/m UNE-EN ISO 10319
- Resistencia a la tracción transversal 14.0, -2.0 KN/m UNE-EN ISO 10319
- Elongación longitudinal en rotura 100,  $\pm 20$  % UNE-EN ISO 10319
- Elongación transversal en rotura 70,  $\pm 20$  % UNE-EN ISO 10319
- Resistencia al punzonamiento (CBR) 2.5, -0.5 KN UNE-EN ISO 12236
- Perforación dinámica 16, + 3 mm UNE EN 918
- Medida de abertura 160,  $\pm 30$   $\mu$ m UNE-EN ISO 12956
- Permeabilidad al agua 0.0614, -0.00921 m/s UNE-EN ISO 11058
- Capacidad de del flujo de agua en el plano 1.5 Exp-6, -0.5 Exp-6 m<sup>2</sup>/s UNE EN ISO 12958
- Rango de temperaturas -30, + 80 °C
- Cumpla con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.
- Cumpla con los requisitos del Mercado CE.

#### **4.2.6.4.- DREN LINEAL**

Cumplirá con las siguientes condiciones:

- Superficie de infiltración 714 cm<sup>2</sup>/m
- Cumpla con las exigencias del Código Técnico de la Edificación.
- Cumpla con los requisitos del Mercado CE.

#### **4.2.6.5.- BOMBAS**

Cumplirá con las siguientes condiciones:

- Motor asíncrono 2 polos.
- Aislamiento Clase F

- Protección IP55
- Monofásica 230V  $\pm$  10% 50 Hz
- Trifásica 230/400V  $\pm$  10% 50 Hz hasta 4 kW inclusive 400/690V  $\pm$  10% 50 Hz para potencias superiores.
- Condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático incorporados (monofásica). Trifásica: protección a cargo del cliente.

#### **4.2.7. – MATERIALES PARA FÁBRICA Y FORJADOS**

##### **4.2.7.1.-VIGUETAS PREFABRICADAS**

Las viguetas serán armadas o pretensadas, según la memoria de cálculo, y deberán poseer la autorización de uso correspondiente. No obstante el fabricante deberá garantizar su fabricación y resultados por escrito, caso de que se requiera.

El fabricante deberá facilitar instrucciones adicionales para su utilización y montaje en caso de ser éstas necesarias siendo responsable de los daños que pudieran ocurrir por carencia de las instrucciones necesarias.

Tanto el forjado como su ejecución se adaptarán a la Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE)

#### **4.2.8. – COMPONENTES ELÉCTRICOS**

##### **4.2.8.1.-NORMAS**

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

##### **4.2.8.2.-CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN**

Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm<sup>2</sup>.

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).

La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de “instalación”, normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m<sup>2</sup>

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

#### **4.2.8.3.-APARATOS DE ALUMBRADO INTERIOR**

Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

#### **4.2.9. – COMPONENTES DEL SISTEMA VENTILACIÓN**

##### **4.2.9.1.-CAJAS DE VENTILACIÓN**

Deben cumplir las siguientes características:

- Nivel de seguridad IP 44 o superior.
- Nivel de presión sonora máxima 55 dBA.
- Motor eléctrico regulable con protector térmico. Tensión de alimentación trifásica 400V a 50 Hz.
- Caja de ventilación de acero galvanizado con aislamiento acústico ignífugo M1.
- Certificado CE.

#### **4.2.9.2.-UNIDAD DE EXTRACCIÓN**

Deben cumplir las siguientes características:

- Nivel de seguridad IP 44 o superior.
- Nivel de presión sonora máxima 65 dBA.
- Motor eléctrico regulable con protector térmico. Tensión de alimentación trifásica 400V a 50 Hz.
- Caja de ventilación de acero galvanizado con aislamiento acústico ignífugo M1.
- Homologación según EN 12101-03-2002.
- Certificado CE.

#### **4.2.9.3.-TUBERÍAS Y CODOS**

Deben cumplir las siguientes características:

- Tuberías y codos helicoidales de acero galvanizado.
- Espesor de pared de 0,8 mm o superior.

#### **4.2.9.4.-REJILLAS**

Deben cumplir las siguientes características:

- Rejilla rectangular de acero galvanizado para tubo rectangular.
- Deben incluir reguladores de caudal.
- Dimensiones: 575 x 75 mm

#### **4.2.10. – COMPONENTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el párrafo anterior, cumplirán los requisitos que para ellos establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y las disposiciones que lo complementan.

Las condiciones y requisitos que deben cumplir las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, serán los establecidos en el anexo III del RSCIEI.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Los extintores portátiles deberán cumplir la norma UNE-EN 3-7:2004, referida a las características y medios de ensayo de estos.

Las puertas de emergencia se abrirán hacia el lado de la evacuación y tendrán las dimensiones mínimas que marca el RSCIEI.

Las escaleras de emergencia tendrán las dimensiones mínimas que marca el RSCIEI y accederán a un lugar que no suponga riesgo.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado «CE», siempre que e haya establecido su entrada en vigor, todo ello de conformidad con la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, incorporada a nuestro ordenamiento jurídico por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.

#### **4.2.11. – MATERIALES NO CONSIGNADOS EN ESTE PLIEGO**

Cualquier material que no se hubiese consignado o descrito en el presente Pliego y fuese necesario utilizar, reunirá las cualidades que requieran para su función a juicio de la Dirección Técnica de la Obra.



## **5- PRESCRIPCIONES EN CUANTO A EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA y PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO. MANTENIMIENTO**

### **5.1 - MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **5.1.1. – EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS**

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavaciones ajustándose a las alienaciones pendientes dimensiones y demás información contenida en los planos. La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este Pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes.

La excavación de la explanación se abonará por metros cúbicos realmente excavados medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.

### **5.1.2. – EXCAVACIONES EN ZANJAS Y POZOS**

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjás de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación o se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección Facultativa podrá modificar la profundidad, si la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno, que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas mas de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m. como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

La excavación en zanjas o pozos, se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

### **5.1.3. – RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS DE POZOS**

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del dos por ciento. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.).

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si ello no es factible el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que se concentren rodadas en superficie.

Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el Proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución. Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

El relleno de los trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si es de hormigón. Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2° C.

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por metros cúbicos realmente ejecutados medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

## **5.2 - HORMIGONES**

### **5.2.1. – DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES**

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE-08.

### **5.2.2. –FABRICACIÓN DE HORMIGONES**

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18-JUL, del Ministerio de Fomento. Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento para el agua y el cemento, cinco por ciento para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento para el árido total. En la consistencia del hormigón admitirá una tolerancia de veinte milímetros medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, este se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

### **5.2.3. –MEZCLA EN OBRA**

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

### **5.2.4. –TRANSPORTE DE HORMIGÓN**

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

### **5.2.5. –PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN**

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación. No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

### **5.2.6. –COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN**

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm. /seg., con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm., y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

### **5.2.7. –CURADO DEL HORMIGÓN**

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante tres días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

### **5.2.8. –JUNTAS DE HORMIGONADO**

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción ó dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

### **5.2.9. –TERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS VISTOS**

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos (2) metros de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: seis milímetros (6 mm.).
- Superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm.).

### **5.2.10. –LIMITACIONES DE EJECUCIÓN**

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

#### **Antes de hormigonar:**

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras
- Limpieza y humedecido de los encofrados

#### **Durante el hormigonado:**

El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m., salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm.. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueas y se mantenga el recubrimiento adecuado.

Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0°C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la Dirección Facultativa.

No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. se tratará la junta con resinas epoxi.



No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

**Después del hormigonado:**

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia. Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la Dirección Facultativa.

**5.2.11. –MEDICIÓN Y ABONO**

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

**5.3 - MORTEROS****5.3.1. –DOSIFICACIÓN DE MORTEROS**

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

**5.3.2. –FABRICACIÓN DE MORTEROS**

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

### **5.3.3. –MEDICIÓN Y ABONO**

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

## **5.4 - ENCOFRADOS**

### **5.4.1. –CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE**

Tanto las uniones como las piezas que construyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesaria para que con la marcha prevista de hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los cinco milímetros.

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad mientras que los encofrados de los elementos rectos o planos de más de seis metros de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados, y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aperturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y, por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobretodo en ambientes agresivos.

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado.

El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tablones/durmientes. Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tablones colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible. Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesores (m)	Tolerancia (mm)
Hasta 0,1	2
De 0,11 a 0,2	3
De 0,21 a 0,4	4
De 0,41 a 0,6	6
De 0,61 a 1	8
Más de 1	10

- Dimensiones horizontales o verticales entre ejes

Parciales	20
Totales	40

- Desplomes

En una planta	10
En total	30

#### **5.4.2. –APEOS Y CIMBAS**

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm., ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

### **5.4.3. –DESENCOFRADO Y DESCIMBADO DEL HORMIGÓN**

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrado. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

### **5.4.4. –MEDICIÓN Y ABONO**

Los encofrados se medirán siempre por m<sup>2</sup> de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las sobras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material.. En el caso de que en el Cuadro de Precios esté incluido el encofrado en la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

## **5.5 - ARMADURAS Y ACERO**

### **5.5.1. –COLOCACIÓN, RECUBRIMIENTO Y EMPALME DE ARMADURAS**

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con los artículos de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18-JUL, del Ministerio de Fomento.

### **5.5.2. –SOLDADURA**

Siempre que sea físicamente posible, se empleará la soldadura de arco automático (unión Melt) reservándose la semiautomática y manual solamente para el resto de casos.

Todos los cordones se ejecutarán sin unión en sentido longitudinal si bien se podrán realizar de una o más pasadas si así fuese preciso.

Toda la soldadura manual deberá ejecutarse por soldadores homologados.

En la soldadura realizada con automática, deberá cuidarse al máximo la preparación de bordes y regulación y puesta a punto de la máquina.

Los cordones a tope se realizarán en posición horizontal.

Los cordones en ángulo se realizarán en posición horizontal.

Para comienzo y fin del cordón deberán soldarse unos suplementos de modo que el proceso de soldadura comience antes y acabe después de unidas las partes útiles, evitándose de este modo la formación de cráteres iniciales y finales.

En todo caso, siguiendo la buena práctica de la soldadura, y tratando de evitar concentraciones de esfuerzos y conseguir máxima penetración, los cordones de las soldaduras en ángulo serán cóncavos respecto al eje de intersección de las chapas a unir. Como máximo podrá ser plana la superficie exterior de la soldadura.

No se admitirán depósitos que produzcan mordeduras.

Siempre que se vaya a dar masa de una pasada deberá eliminarse previamente toda la cascarilla depositada anteriormente; para ello se llegará a emplear la piedra esmeril, especialmente en la última pasada para una correcta presentación de la soldadura.

### **5.5.3. –MEDICIÓN Y ABONOS**

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes. El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

## **5.6 - ALBAÑILERÍA**

### **5.6.1. –ENLUCIDO DE YESO**

Para los enlucidos se usarán únicamente yesos blancos de primera calidad.

Inmediatamente de amasado se extenderá sobre el guarnecido de yeso hecho previamente, extendiéndolo con la llana y apretando fuertemente hasta que la superficie quede completamente lisa y fina. El espesor del enlucido será de 2 a 3 mm. Es fundamental que la mano de yeso se aplique inmediatamente después de amasado para evitar que el yeso este 'muerto'.

Su medición y abono será por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada. Si en el Cuadro de Precios figura el guarnecido y el enlucido en la misma unidad, la medición y abono correspondiente comprenderá todas las operaciones y medio auxiliares necesarios para dejar bien terminado y rematado tanto el guarnecido como el enlucido, con todos los requisitos prescritos en este Pliego.

### **5.6.2. –ENFOSCADOS DE CEMENTO**

Los enfoscados de cemento se harán con mortero de 550 Kg., de cemento por m<sup>3</sup> de pasta, en parámetros exteriores y de 500 Kg., de cemento por m<sup>3</sup> en parámetros inferiores, empleándose arena de río o de barranco, lavada para su contención.

Antes de extender el mortero se preparará mediante maestras el parámetro sobre el cual haya de aplicarse.

En todos los casos se limpiarán bien de polvo los parámetros y se lavarán, debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de extender el mortero sobre otras ya aplicada. Así se extenderá una capa que se irá regularizando al mismo tiempo que se coloca para lo cual se recogerá con el canto de la llana el mortero. Sobre el revestimiento balando todavía se volverá a extender una segunda capa, continuando así hasta que la parte sobre la que se haya operado tenga conveniente homogeneidad. Al emprender la nueva operación habrá fraguado la parte aplicada anteriormente. Será necesario pues, humedecer sobre la junta de unión antes de echar sobre ella las primeras capas de mortero.

La superficie de los enfoscados debe quedar áspera para facilitar la adherencia del revoco que se eche sobre ellos.

Si las condiciones de temperatura y humedad lo requieren a juicio de la dirección facultativa, se humedecerán diariamente los enfoscados, bien durante la ejecución o después de terminada, para que el fraguado se realicen en buenas condiciones.

Su medición y abono será por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada.

## **5.7 –IMPERMEABILIZACION Y DRENAJE**

### **5.7.1. –IMPERMEABILIZACIÓN LOSA SUPERIOR**

Preparación del soporte:

-La superficie del soporte base deberá ser resistente, uniforme, lisa, estar limpia, seca y carecer de cuerpos extraños. En caso de ser un aislamiento térmico, las placas se colocarán a matajuntas y sin separaciones entre placas superiores a 0,5 cm.

- Lámina superior de membranas multicapa con autoprotección mineral. La lámina se dispone en la misma dirección que la lámina inferior, desplazando la línea de solape aproximadamente la mitad del rollo. La lámina se suelda totalmente a la inferior con soplete.

Los solapes se han de soldar, y serán de  $8\pm 1$  cm en el sentido longitudinal y de  $10\pm 1$  cm en el sentido transversal. Para la unión del solape transversal en los extremos de los rollos, es necesario calentar previamente el borde transversal de la lámina inferior en una franja de 10 cm, eliminando o embebiendo el árido de protección en la masa bituminosa y seguidamente, soldar el extremo de la pieza siguiente.

- Membrana monocapa autoprottegida sistema adherido. La adherencia al soporte de la lámina se efectúa con soplete. Para la unión del solape transversal en los extremos de los rollos, es necesario calentar previamente el borde transversal de la lámina inferior en una franja de 10 cm, eliminando o embebiendo el árido de protección en la masa bituminosa y seguidamente, soldar el extremo de la pieza siguiente.

### **5.7.2. –LÁMINA ASFALTICA**

Preparación del soporte:

-La superficie del soporte base deberá ser resistente, uniforme, lisa, estar limpia, seca y carecer de cuerpos extraños. En caso de ser un aislamiento térmico, las placas se colocarán a matajuntas y sin separaciones entre placas superiores a 0,5 cm.

- Lámina bajo teja en sistema adherido con protección pesada. La adherencia al soporte de la lámina se efectúa retirando el film de la cara inferior y presionando al mismo tiempo con una rasqueta roma o con guantes, de dentro hacia fuera para evitar la formación de bolsas. Los solapes se han de realizar de igual forma entre rollo y rollo, y serán de 8 cm. tanto en el sentido longitudinal como en el transversal.

- Impermeabilización por el trasdós exterior de muros. Los rollos se colocan en posición vertical. La adherencia al soporte de la lámina se efectúa retirando el film de la cara inferior y presionando al mismo tiempo con una rasqueta roma o con guantes, de dentro hacia fuera para evitar la formación de bolsas.

### **5.7.3. –GEOTEXTIL**

Preparación del soporte:

- La superficie del soporte base deberá ser resistente, uniforme, lisa, estar limpia, seca y carecer de cuerpos extraños.
- Los puntos singulares deben estar igualmente preparados antes de empezar la colocación de la membrana: chaflanes o escocias en encuentros con paramentos verticales, refuerzos, juntas y demás puntos singulares.

Colocación de la lámina drenante:

- Se extienden los rollos con el geotextil contra el terreno, colocando fijaciones cada 50 cm como máximo a lo largo y ancho de la lámina. Solapando 10-12 cm en horizontal y 20 cm en vertical. Se pueden utilizar fijaciones adhesivas o tiros tipo HILTI.
- Anclar con el perfil metálico superior, fijándolo mecánicamente, para asegurar la lámina drenante ante el vertido, relleno y compactado posterior de la zanja, así como de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las aguas de escorrentía.
- Tender el tubo de drenaje de PEAD corrugado y flexible, perforado en todo su perímetro. El nivel freático puede hacer innecesario el tubo de drenaje si el muro está en contacto con el agua del terreno.
- En los drenajes de soleras sobre el terreno, cuando hay presión hidrostática o la solera está por debajo del nivel freático, los rollos se extenderán sobre el terreno, con solapes de 10-12 cm rollo con rollo y con el geotextil hacia arriba.
- El geotextil presenta un ancho de 5 cm menos para facilitar el solape de rollo con rollo. Para realizar el solape se despega el geotextil 7 cm, con lo que el rollo contiguo solapa en total 12 cm. Luego se vuelve a colocar el geotextil sobre el del rollo contiguo solapado y se fija mecánicamente la línea de solape cada 25 cm.
- Los remates de las esquinas y rincones se harán doblando las láminas.
- Los rollos se pueden extender de arriba abajo o de abajo a arriba en función de las características de la obra (altura del muro, personal de montaje, equipos, etc.). También se pueden extender de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.

### **5.7.4. –DREN LINEAL**

Es una tubería flexible y por tanto de fácil instalación, sin necesitar de piezas especiales, de codos o ángulos para los cambios de dirección. Esta flexibilidad reduce los riesgos de rotura ante la presión del terreno. No obstante se deben rellenar con grava los laterales de la zanja alrededor del tubo para establecer el equilibrio de fuerzas necesario para mantener la sección circular. Es recomendable colocar un geotextil de 200gr/m<sup>2</sup>.

En muros según se va extendiendo la protección con la lámina drenante, conviene ir colocando el tubo de drenaje.



Se adoptarán las precauciones adecuadas para no punzonar la impermeabilización durante la colocación.

### **5.7.5. –BOMBAS**

Puesta en marcha:

Comprobar que el voltaje a que está conectado el motor se corresponde con el de la red. En caso de duda comprobar la conexión. El cierre de la carcasa motor, o de la tapa de conexiones, debe efectuarse<sup>4</sup> con gran cuidado, para no dañar la junta, pues peligraría la estanqueidad de motor.

El cable debe estar en perfectas condiciones de aislamiento.

Efectuar una buena conexión a la red a través de un guardamotor debidamente regulado.

El sentido de giro de los rodets es a derecha mirando desde la parte superior del grupo. Tener en cuenta que la reacción del estator es en sentido contrario al giro del motor. Si no llega el agua a la altura prevista o saca poco caudal, cambiar el sentido de giro invirtiendo dos de los tres cables de alimentación

Bombear agua limpia antes de almacenar el grupo para que la bomba quede limpia y a punto para posterior utilización.

Vaciar el aceite de la cámara regularmente para comprobar si entra agua por el cierre mecánico, en cuyo caso hay que revisarlo. Rellenar con aceite nuevo SAE 30. Esta revisión conviene efectuarla periódicamente, cada tres meses.

Para llenado y vaciado de aceite existe en el cuerpo de bomba dos tapones roscados a M-8. Es necesario quitar los dos tapones para el perfecto llenado de la cámara.

## **5.8 –INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la Compañía Suministradora de Energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

-Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeuntes.

-Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

### **5.8.1. –CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 Kilovoltios para la línea repartidora y de 750 Voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según normas UNE citadas en la Instrucción ITC-BT-06.

### **5.8.2. –CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 (Instrucción ITC-BTC-19), en función de la sección de los conductores de la instalación.

### **5.8.3. –IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

### **5.8.4. –TUBOS PROTECTORES**

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo PREPLAS, REFLEX o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la Instrucción MI-BT-019. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

#### **5.8.5. –CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES**

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizarán siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la Instrucción ICT-BT-19.

#### **5.8.6. –APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA**

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C. en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 Voltios.

#### **5.8.7. –APARATOS DE PROTECCIÓN**

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales. Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco

permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del corto-circuito estará de acuerdo con la intensidad del corto-circuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA.) y además de corte omnipolar. Podrán ser "puros", cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

#### **5.8.8. –PUNTOS DE UTILIZACIÓN**

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m<sup>2</sup> de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la Instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4

#### **5.8.9. –PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500 x 500 x 3 mm. o bien mediante electrodos de 2 m. de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 Ohmios.

### **5.9 –INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS:**

### **5.9.1. –INSPECCIONES**

Con independencia de la función inspectora asignada a la Administración pública competente en materia de industria de la comunidad autónoma y de las operaciones de mantenimiento previstas en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, los titulares de los establecimientos industriales a los que sea de aplicación este reglamento deberán solicitar a un organismo de control facultado para la aplicación de este reglamento la inspección de sus instalaciones.

En esta inspección se comprobará:

- a) Que no se han producido cambios en la actividad ni ampliaciones.
- b) Que se sigue manteniendo la tipología del establecimiento, los sectores y/o áreas de incendio y el riesgo intrínseco de cada uno.
- c) Que los sistemas de protección contra incendios siguen siendo los exigidos y que se realizan las operaciones de mantenimiento conforme a lo recogido en el apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

La periodicidad con que se realizarán dichas inspecciones no será superior a:

- a) Cinco años, para los establecimientos de riesgo intrínseco bajo.
- b) Tres años, para los establecimientos de riesgo intrínseco medio.
- c) Dos años, para los establecimientos de riesgo intrínseco alto.

De dichas inspecciones se levantará un acta, firmada por el técnico titulado competente del organismo de control que ha procedido a la inspección y por el titular o técnico del establecimiento industrial, quienes conservarán una copia.

### **5.9.2. –ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO**

El titular del establecimiento industrial deberá comunicar al órgano competente de la comunidad autónoma, en el plazo máximo de 15 días, cualquier incendio que se produzca en el establecimiento industrial en el que concurra, al menos, una de las siguientes circunstancias:

- a) Que se produzcan daños personales que requieran atención médica externa.
- b) Que ocasione una paralización total de la actividad industrial.



c) Que se ocasione una paralización parcial superior a 14 días de la actividad industrial.

d) Que resulten daños materiales superiores a 30.000 euros.

En todos aquellos incendios en los que concurran las circunstancias previstas en los párrafos a), b) o c), el órgano competente de la comunidad autónoma realizará una investigación detallada para tratar de averiguar sus causas, y dará traslado de ella al órgano directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Para la realización de dicha investigación, podrá requerir la ayuda de especialistas como el Cuerpo de Bomberos, organizaciones o técnicos competentes.

Todo ello, sin perjuicio del expediente sancionador que pudiera incoarse por supuestas infracciones reglamentarias y de las responsabilidades que pudieran derivarse si se verifica incumplimiento de la realización de las inspecciones reglamentarias requeridas en el capítulo III y/o de las operaciones de mantenimiento previstas en el apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

### **DOCUMENTO Nº 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

Tutor: Arturo Resano Lázaro

Pamplona, 9 de septiembre de 2011



## ÍNDICE

1-MEMORIA .....	3
1.1-CONSIDERACIONES GENERALES .....	3
1.2 –OBJETO Y FINALIDAD .....	3
1.3 –DATOS DEL PROYECTO DE OBRA .....	4
1.4 –PLAN DE ETAPAS .....	4
1.5 –NORMAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL .....	5
1.6 –IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN .....	6
1.6.1-MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	6
1.6.2 –CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS .....	7
1.6.3 –IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE .....	8
1.6.4 –RELLENO DE TIERRAS .....	9
1.6.5 –VALLADO DE LA ZONA DE TRABAJO .....	10
1.6.6 –INSTALACIONES PROVISIONALES: VESTUARIOS, COMEDOR,..	11
1.6.7 –INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	12
1.6.8 –MEDIOS AUXILIARES (ANDAMIOS, ESCALERAS DE MANO, PUNTALES,..) .....	13
1.6.9 –MAQUINARIA (PALA CARGADORA, CAMIÓN, RETROEXCAVADORA, DUMPER, HORMIGONERA,..) .....	14
1.6.10 –MESA DE SIERRA CIRCULAR .....	16
1.6.11 –VIBRADOR .....	16
1.6.12 –SOLDADORA POR ARCO ELÉCTRICO, OXIACETILÉNICA,..	17
1.6.13 –HERRAMIENTAS MANUALES .....	18
1.6.14 –INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....	19
1.7 –CONSIDERACIONES GENERALES PARA LOS TRABAJOS EN ALTURA .....	19
1.8 –RESUMEN ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA .....	20
1.9 –RESUMEN ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	20
1.10–MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS .....	21 <sup>o</sup>
1.11 –INSTALACIONES PROVISIONALES .....	22
1.12 –PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS .....	25
1.13 –RESUMEN PRESUPUESTO .....	25
 2-PLIEGO DE CONDICIONES .....	 27
2.1-OBJETIVO .....	27
2.2 –CONDICIONES FACULTATIVAS .....	27
2.2.1-INTRODUCCIÓN .....	27
2.2.2 –LIBRO DE INCIDENCIAS .....	27
2.2.3 –LIBRO DE ÓRDENES .....	28
2.2.4 –OBLIGACIONES DE LAS PARTES .....	28
2.2.4.1-PROPIEDAD .....	28
2.2.4.2-CONTRATISTA .....	29
2.2.4.3 -TRABAJADORES .....	30
2.3 –CONDICIONES TÉCNICAS .....	32
2.3.1- MATERIALES .....	32
2.3.2- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN .....	32





2.3.2.1- PROTECCIONES PERSONALES.....	33
2.3.2.2- PROTECCIONES COLECTIVAS .....	33
2.3.3-CONDICIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS .....	34
2.3.4- SERVICIOS DE PREVENCIÓN .....	35
2.3.5-SEÑALIZACIÓN .....	35
2.3.6- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	36
2.3.7- CONTROL DE LA SEGURIDAD .....	36
2.3.7.1- CUADRO DE CONTROL.....	36
2.3.7.2- ÍNDICES DE CONTROL.....	37
2.3.7.3- PLANES DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS .....	37
2.3.7.4- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	38
2.3.7.5- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	38
2.3.7.6- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	39
2.3.8-VESTIMENTA: .....	39
2.3.9-FORMACIÓN INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	39
2.4 –CONDICIONES LEGALES .....	39
2.4.1- DISPOSICIONES LEGALES.....	39
2.4.2- SEGUROS.....	40
2.5 –CONDICIONES ECONÓMICAS.....	40
2.5.1-PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	40
2.5.2-CERTIFICACIONES .....	41
2.5.3-MODIFICACIONES.....	42
2.5.4-LIQUIDACIÓN .....	42
2.5.4.1 –VALORACIÓN DE UNIDADES INCOMPLETAS .....	42
3-PLANOS.....	43
3.1-SEÑALES DE INFORMACIÓN.....	44
3.2-SEÑALES DE OBLIGACIÓN.....	45
3.3-SEÑALES DE PELIGRO.....	46
3.4-SEÑALES PROHIBICIÓN.....	47
3.5-SEÑALES DE MANIOBRA.....	48
3.6-SEÑALES CONTRA INCENDIOS.....	49
3.7-EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL I.....	50
3.8-EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL II.....	51
3.9-PROTECCIÓN EN ZANJAS.....	52
3.10-BARANDILLAS.....	53
3.11-INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	54
3.12-INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL.....	55
4-PRESUPUESTO.....	56

## **1-MEMORIA**

### **1.1-CONSIDERACIONES GENERALES**

El presente Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo intenta marcar una normativa de equipamiento, funcionalidad y manejo de maquinarias y herramientas, así como de los restantes medios de seguridad y conducta del personal de obra, al objeto de la prevención de accidentes de trabajo y la realización de éste en las mejores condiciones posibles.

Se ha redactado de manera que en su Memoria se estudian los tipos de trabajo, sus riesgos y la forma de prevenir éstos, así como las restantes circunstancias de la función laboral.

Han sido estudiadas separadamente las características de los trabajos y el manejo de la máquina a emplear, de tal manera que mediante el uso y consulta de éste documento, en cualquier momento durante la realización de los trabajos, o antes del inicio de los mismos, se puedan adoptar las medidas de prevención que nos aseguren la eliminación de los riesgos previsibles.

La interpretación de estas normas corresponde a personal calificado; jefes de obra, encargados y vigilantes de seguridad; de tal forma que mediante su estudio y análisis pueda ser convenientemente redactado el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

### **1.2 –OBJETO Y FINALIDAD**

Es el objetivo del presente Estudio de Seguridad la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a fin de que contando con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos a conseguir un riesgo nulo durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo como son los que se efectúan en el interior de zanjás, circulación de maquinaria pesada y manejo de máquinas herramientas, y se cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales de obra y primeros auxilios.

### 1.3 –DATOS DEL PROYECTO DE OBRA

**Tipo de Obra:** Túnel de hormigón armado (construido a cielo abierto).

**Situación:** Polígono Landaben.

**Población:** Arazuri (Navarra).

**Proyectista:** Javier Ayábar Jiménez.

**Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto:** Javier Ayábar Jiménez.

**Datos de la Obra:** La estructura es de hormigón armado y está formada por muros y losas macizas.

Las instalaciones comprenden la ventilación y protección contra incendios.

Además habrá que impermeabilizar la parte externa del túnel y dotarlo de sistemas de drenaje.

**Cimentación:** Se resuelve mediante zapatas corridas de hormigón armado.

**Estructura:** Se resuelve mediante muros y losas de hormigón armado.

**Presupuesto:** El presupuesto de ejecución material de la obra es de 33.369,89 €

**Duración:** 12-15 meses.

**Número trabajadores:** 30.

### 1.4 –PLAN DE ETAPAS

#### CAPITULO I - MOVIMIENTO DE TIERRAS

Excavación en desmonte y apertura de zanjas para el túnel.

Apertura de zanjas para cimentaciones.

Transporte de tierras sobrantes a vertedero y carga de las mismas.

#### CAPITULO II - VERTIDO DE HORMIGÓN

Preparación de las armaduras y encofrados.

Vertido para cimentaciones, muros y losas.

#### CAPITULO III - IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

Recubrimiento de parte externa del túnel.  
Sistemas de drenaje.

#### **CAPITULO IV - RELLENO DE TIERRAS**

Cubrir el túnel con tierra hasta la cota inicial.  
Prensar el terreno.

#### **CAPITULO V INSTALACIONES**

Ventilación.  
Protección contra incendios.

### **1.5 –NORMAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL**

En todo tipo de actividades de la construcción deben adoptarse una serie de medidas preventivas que, por su carácter común, no se incluyen en los apartados específicos de la actividad. Entre otros, se detallan los siguientes:

- Se prohíbe tirar escombros libremente desde las plantas, incluso sobre zonas señalizadas.
- La descarga a plantas de material transportado con la grúa se hará siempre mediante plataformas voladas previstas para este fin.
- Se señalizarán los recorridos alternativos cuando los accesos estén cortados.
- Se mantendrán la construcción en buen estado de limpieza, eliminando diariamente el material de desecho. Y en el caso del desencofrado se recogerán en lugar adecuado procediéndose de inmediato a la retirada de clavos-puntas de las piezas que los tengan.
- El manejo manual de cargas se hará manteniendo la espalda recta y flexionando las piernas para evitar lesiones lumbares, haciéndolo entre dos o más personas si fuera necesario por circunstancias de la carga.
- A los tajos sin iluminación natural se dotará de iluminación artificial (mínimo 200 lux medidos a 1 m del suelo)
- Las lámparas portátiles llevarán mango aislante y rejilla de protección. Debiendo alimentarse mediante transformadores de seguridad.
- La conexión de lámparas o herramientas eléctricas a los cuadros de derivación se hará mediante clavijas, no permitiéndose introducir los hilos directamente en las bases fijándolos mediante pequeñas astillas o similar.
- Los operarios estarán cualificados para el tipo de trabajo que vayan a realizar, en especial cuando ello implique el manejo de maquinaria o vehículos.
- Los E.P.I. (Equipos de Protección Individual) serán de uso personal e intransferible.
- Siempre habrá en obra un encargado debidamente cualificado nombrado por la empresa constructora y perteneciente a la plantilla de la misma. Ante su posible ausencia, y antes de producirse la misma, deberá quedar una persona expresamente autorizada por escrito por el mismo encargado para desempeñar su papel. Sin la presencia de una de estas dos personas, se paralizarán todos los trabajos y se cerrará la obra, lo que incluye, y de modo muy especial, a los distintos gremios subcontratados.

## **1.6 –IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN**

### **1.6.1-MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **-Riesgos frecuentes:**

- Sinistros de vehículos por exceso de carga o mal mantenido.
- Interferencias entre vehículos por falta de señalización y dirección en las maniobras.
- Atropellos.
- Vuelcos de vehículos en las maniobras de descarga.
- Accidentes debidos a la falta de visibilidad por ambientes pulverulentos motivados por los propios trabajos.
- Accidentes por el mal estado de los firmes.
- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzo.
- Ruido, contaminación acústica, vibraciones.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Desplomes, hundimientos del terreno.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.

#### **-Medidas preventivas:**

- Talud natural del terreno.
- Entibaciones.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Apuntalamientos, apeos.
- Achique de aguas.
- Barandillas en borde de excavación.
- No sobrecargar vehículos por encima de la carga máxima.
- Tableros o planchas en huecos horizontales
- Separación tránsito de vehículos y operarios.
- No permanecer en radio de acción de máquinas.
- Avisadores ópticos y acústicos en maquinas.
- Protección partes móviles maquinaria.
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- No acopiar materiales junto borde excavación.
- Conservación adecuada vías de circulación.
- Vigilancia edificios colindantes.
- No permanecer bajo frente excavación.

- Regar periódicamente los tajos y cargas de los camiones para evitar polvaredas.
- Señalizar accesos y recorridos de vehículos.
- Señalizar riesgos.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorios.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua (impermeable).

## **1.6.2 –CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS**

**-Riesgos frecuentes:**

- Interferencias entre vehículos por falta de señalización y dirección en las maniobras.
- Atropellos.
- Accidentes debidos a la falta de visibilidad por ambientes pulverulentos motivados por los propios trabajos.
- Accidentes por el mal estado de los firmes.
- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Dermatitis por el contacto con el hormigón.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzo.
- Ruido, contaminación acústica, vibraciones.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.

**-Medidas preventivas:**

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.

- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- El vertido del hormigón se realizará por tongadas uniformes, con suavidad, evitando los golpes bruscos.
- Evitar contactos directos con el hormigón.
- Utilizar lechadas fluidas al principio para que actúe de lubricante
- Preparar hormigones de granulometría y consistencia plástica con conos no menores de 7 y árido máxima de 40 mm.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento de adecuado de la maquinaria.
- Cabinas y pórticos de seguridad.
- Iluminación natural o artificial adecuada.
- Limpieza de las zonas de tránsito.
- Distancia de seguridad a las líneas eléctricas.
- Señalizar accesos y recorridos de vehículos.
- Señalizar riesgos.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorios.
- Ropa de Trabajo
- Traje de agua (impermeable).

**1.6.3 –IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE****-Riesgos frecuentes:**

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.

- Sobreesfuerzo.
- Ruido, contaminación acústica, vibraciones.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Condiciones meteorológicas adversas
- Quemaduras.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Señalizar accesos y recorridos de vehículos.
- Señalizar riesgos.

**-Medidas preventivas:**

- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Seguir las indicaciones de los productos impermeabilizantes y drenantes.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorios.
- Ropa de Trabajo
- Traje de agua (impermeable)

#### **1.6.4 –RELLENO DE TIERRAS**

**-Riesgos frecuentes:**

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Interferencias entre vehículos por falta de señalización y dirección en las maniobras.
- Atropellos.
- Vuelcos de vehículos en las maniobras de descarga.
- Accidentes debidos a la falta de visibilidad por ambientes pulverulentos motivados por los propios trabajos.
- Accidentes por el mal estado de los firmes.
- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.



- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzo.
- Ruido, contaminación acústica, vibraciones.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Desplomes, hundimientos del terreno.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.

**-Medidas preventivas:**

- Talud natural del terreno.
- Entibaciones.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Apuntalamientos, apeos.
- Achique de aguas.
- Barandillas en borde de excavación.
- Tableros o planchas en huecos horizontales
- Separación tránsito de vehículos y operarios.
- No permanecer en radio de acción de máquinas.
- Avisadores ópticos y acústicos en máquinas.
- Protección partes móviles maquinaria.
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- No acopiar materiales junto borde excavación.
- Conservación adecuada vías de circulación.
- No permanecer bajo frente excavación.
- Regar periódicamente los tajos y cargas de los camiones para evitar polvaredas.
- Señalizar accesos y recorridos de vehículos.
- Señalizar riesgos.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorios.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua (impermeable).

**1.6.5 –VALLADO DE LA ZONA DE TRABAJO**

**-Riesgos frecuentes:**

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Atropellos.

**-Medidas preventivas:**

- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- La zona de almacenamiento de la valla, mientras se está trabajando en la zona, debe ser segura sin se que de ello se deriven daños a terceros.
- En el traslado de las vallas, prestar atención a las posibles interferencias con el tráfico de la zona; si este es alto uno o dos trabajadores se encargará del transporte de las vallas, mientras que otro se encargará de controlar la circulación.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorios.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua (impermeable).

### **1.6.6 –INSTALACIONES PROVISIONALES: VESTUARIOS, COMEDOR,..**

**-Riesgos frecuentes:**

- Caídas a distinto nivel de objetos y trabajadores.
- Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Desprendimientos de cargas suspendidas.

**-Medidas preventivas:**

- Se estudiará la zona de la calle donde se va a realizar la obra que cause la menor interacción posible entre peatones y conductores de vehículos, así como propietarios de las viviendas.
- Durante su instalación quedará restringido el acceso a toda persona ajena a la obra.

- La elevación de casetas y otras cargas será realizada por personal cualificado, evitando el paso por encima de las personas.
- Dado que en la instalación de los locales de obra pueden intervenir diversas operaciones todas ellas descritas en otras fases de obra de este mismo estudio, se atenderá a lo dispuesto en las mismas.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorios.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua (impermeable).

**1.6.7 –INSTALACIÓN ELÉCTRICA****-Riesgos frecuentes:**

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzo.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Electrocución o quemaduras por mala protección de los cuadros eléctricos, por maniobras incorrectas en las líneas, por uso de herramientas sin aislamiento, por puenteo de los mecanismos de protección o por conexiones directas sin clavijas.
- Explosión de grupos de transformación durante la entrada en servicio de los mismos.
- Incendios por incorrecta instalación de la red eléctrica.

**-Medidas preventivas:**

- Desconexión de las fuentes de tensión.
- Prevenir una posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Proteger las partes próximas en tensión.
- Señalizar.
- Cada toma de corriente suministrará energía a un solo aparato o herramienta, quedando prohibida las conexiones triples (ladrones).

- La tensión deberá permanecer en la clavija hembra, no en la clavija macho de las tomas de corriente.
- Todo elemento metálico de la instalación eléctrica estará conectado a tierra, exceptuando aquellos que tengan doble aislamiento.
- En pequeña maquinaria utilizaremos un hilo neutro para la toma de tierra. El hilo estará protegido con un macarrón amarillo y verde.
- Los hilos estarán recubiertos con fundas protectoras; prohibida la conexión de hilos desnudos sin clavija en los enchufes.
- Se evitarán tirones bruscos de los cables.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).
- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Herramientas aisladas.

**1.6.8 –MEDIOS AUXILIARES (ANDAMIOS, ESCALERAS DE MANO, PUNTALES,..)****-Riesgos frecuentes:**

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobre esfuerzo.
- Deslizamiento por apoyo incorrecto.
- Atrapamientos, vuelco,..

**-Medidas preventivas:**

- Asegurar bien la estructura de andamios, escaleras,..
- No soldar o empalmar partes de estos componentes.
- Utilizar componentes con marcado CE.
- Emplear correctamente estos medios auxiliares: no lanzar escombros desde andamios, que la escalera sobrepase en 1 m la altura a salvar, proteger los elementos metálicos de la oxidación, no sobrecargar puntales,..

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).

- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.6.9 –MAQUINARIA (PALA CARGADORA, CAMIÓN, RETROEXCAVADORA, DUMPER, HORMIGONERA,..)**

#### **-Riesgos frecuentes:**

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.
- Caídas a cualquier nivel.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Los inherentes al propio lugar de utilización.
- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.

#### **-Medidas preventivas:**

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "Máquina averiada, no conectar".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- La misma persona que instale el letrero de aviso de "Máquina averiada", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.

- Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.
- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.
- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.
- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.
- Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.
- Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.
- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.
- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.
- Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".
- Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.
- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.
- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.
- Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.
- Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).

**Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).
- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.

- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.6.10 –MESA DE SIERRA CIRCULAR**

#### **-Riesgos frecuentes:**

- Cortes.
- Golpes por objetos.
- Atrapamientos.
- Proyección de partículas.
- Emisión de polvo.
- Contacto con la energía eléctrica.

#### **-Medidas preventivas:**

- Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra, estarán dotadas de elementos de protección (carcasas de protección, toma tierra, empujadores, interruptor de emergencia,..)
- El mantenimiento de las mesas de sierra de esta obra, será realizado por personal especializado para tal menester, en prevención de los riesgos por impericia.
- La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra, se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar los riesgos eléctricos.
- Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre los lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los alrededores de las mesas de sierra circular.

#### **-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).
- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.6.11 –VIBRADOR**

#### **-Riesgos frecuentes:**

- Descargas eléctricas.
- Caídas desde altura durante su manejo.
- Caídas a distinto nivel del vibrador.
- Salpicaduras de lechada en ojos y piel.

- Vibraciones.

**-Medidas preventivas:**

- Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
- Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.
- El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
- Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).
- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.6.12 –SOLDADORA POR ARCO ELÉCTRICO, OXIACETILÉNICA,..**

**-Riesgos frecuentes:**

- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas

**-Medidas preventivas:**

- Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para la salud. Se debe proteger con el yelmo de soldar o la pantalla de mano.
- No se debe mirar directamente al arco voltaico. La intensidad luminosa puede producir lesiones graves en los ojos.
- No se debe picar el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producir graves lesiones en los ojos.
- No se debe tocar las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producir quemaduras serias.
- Se debe soldar siempre en lugar bien ventilado, evitará intoxicaciones y asfixia.
- Antes de comenzar a soldar, se debe comprobar que no hay personas en el entorno de la vertical del puesto de trabajo.
- No se debe dejar la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilería.
- No se debe utilizar el grupo sin que lleve instalado el protector. Evitará el riesgo de electrocución.
- Se debe comprobar que el grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.



**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).
- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Yelmo de soldador.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.

### **1.6.13 –HERRAMIENTAS MANUALES**

**-Riesgos frecuentes:**

- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

**-Medidas preventivas:**

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

**-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad (aislantes).
- Guantes de lona y piel (aislantes).
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.6.14 –INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN**

#### **-Riesgos frecuentes:**

- Sobreesfuerzos y malas posturas de trabajo.
- Cortes en las manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

#### **-Medidas preventivas:**

- Las herramientas utilizadas deberán ser las adecuadas
- Utilizar EPI's correctamente.

#### **-Protecciones individuales:**

- Casco de seguridad de polietileno.
- Botas o calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.7 –CONSIDERACIONES GENERALES PARA LOS TRABAJOS EN ALTURA**

Se denominan trabajos en altura, a aquellos en los que existe riesgo de caída de personas u objetos a un nivel inferior al que desarrollan. El límite de altura a partir del cuál existe riesgo grave, se fija en dos metros.

No se deben emplear en trabajos de altura a personas propensas a mareos, vértigos o que padezcan alguna enfermedad o defecto físico que incremente el riesgo de accidente. Las personas que vayan a trabajar en altura serán convenientemente instruidas sobre los riesgos que corren y el uso de los medios de protección adecuados para evitarlos, y no estarán en malas condiciones para el desempeño de su trabajo (alcohol, aptitud, costumbre, etc.)

Las zonas de trabajo se mantendrán limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Se revisará periódicamente y se conservará adecuadamente la maquinaria para este tipo de trabajos, en particular los dispositivos de seguridad.

Se acotará y señalizarán las zonas inferiores sobre las que estén realizando trabajos, regulando la circulación de personas por ellas e indicando el riesgo de caída de objetos. El personal usará siempre casco y será obligatorio el cinturón de seguridad cuando no sea posible evitar, mediante las correspondientes protecciones fijas, el riesgo de caída. En este caso deberán proveerse amarres de suficiente resistencia para enganchar el

mosquetón. Si por índole de trabajo no es factible el empleo de cinturón, se colocarán redes de protección.

Las pasarelas situadas a más de 2m de altura sobre el suelo, tendrán una anchura mínima de 60cm, deberán poseer un piso unido, y dispondrán de barandilla de 90cm de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Las plataformas, pasarelas, andamios y en general todos los lugares en que se realicen los trabajos, deberán disponer de accesos fáciles y seguros. Se mantendrán libres de obstáculos, adaptándose las medidas necesarias para que el piso no resulte resbaladizo.

Según la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Art. 22), las aberturas en las paredes que estén a menos de 90cm. sobre el piso y tengan unas dimensiones mínimas de 75cm de alto por 45cm de ancho, y por las cuales haya peligro de caída de más de 2m, estarán protegidas por barandillas, rejillas u otros resguardos que completen la protección hasta 90cm sobre el piso y que sean capaces de resistir una carga mínima de 150 Kg por metro lineal.

## **1.8 –RESUMEN ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

Del estudio de los riesgos y problemas previsibles en la obra se plantea que para la correcta ejecución de esta obra será necesario utilizar los elementos contenidos en el siguiente listado:

- Toma de tierra.
- Sistemas de redes.
- Barandilla de madera.
- Pasarelas de seguridad de madera con barandillas de madera para zanjas.
- Andamio metálico tubular apoyado.
- Cables fijadores para cinturones de seguridad.
- Valla metálica perimetral de la obra.
- Transformador de seguridad.
- Red de seguridad.
- Cuadro general de obra.
- Extintores de polvo ABC.

## **1.9 –RESUMEN ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Del estudio de los riesgos y problemas previsibles para esta obra se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver con la instalación de elementos de protección colectiva. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de personas que intervienen en la obra.

Consecuentemente se plantea que para la correcta ejecución de esta obra será necesario utilizar los elementos contenidos en el siguiente listado:

- Casco de seguridad.
- Cascos auriculares protectores auditivos.
- Gafas protectoras contra el polvo.
- Gafas de seguridad contra los impactos.
- Pantalla de seguridad de sustentación manual, contra las radiaciones de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón antivibratorio.
- Mandil de seguridad fabricados en cuero.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Trajes de trabajo.
- Traje impermeable de PVC., a base de chaquetilla y pantalón.
- Guantes de goma o de PVC.
- Guantes de cuero y loneta.
- Guantes aislantes de la electricidad en baja tensión, hasta 1000 voltios.
- Botas de seguridad de PVC., de media caña, con plantilla contra los objetos punzantes y puntera reforzada.
- Botas de PVC., impermeables.
- Botas aislantes de la electricidad.

## **1.10–MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

### **-Botiquín:**

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora. Dicho botiquín contendrá el siguiente material sanitario:

- 1 Frasco de agua oxigenada.
- 1 Frasco de alcohol de 96°.
- 1 Frasco de tintura de yodo.
- 1 Caja de gasas estériles.
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Bolsa de goma para hielo o agua.
- 1 Bolsa de guantes de látex esterilizados y desechables.
- Vendas elásticas.
- Vendas adhesivas.
- Tijeras de puntas romas.
- Pinzas.
- Tijeras.
- Algodón.

- Goma para torniquete.
- 1 Termómetro clínico.
- Betadine (antiséptico con base en el yodo para heridas)
- Furacín (pomada para quemaduras y desinfectante de heridas).
- Termalgín (analgésico).
- Linitul en sobre (gasa envaselinada para primer apósito en heridas y quemaduras).
- Labocane (pomada contra picadura de insectos).
- Aspirina (dolor de cabeza).
- Biodramida (mareos).

**-Asistencia a accidentados:**

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios Propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde trasladar a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos, direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

**-Reconocimiento médico:**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo de un año.

**1.11 –INSTALACIONES PROVISIONALES**

Se prevé la dotación de locales provisionales para ser utilizados por el personal que dispondrán de comedor y servicios higiénicos. Ya que mediante la utilización de estos elementos prefabricados se consigue, con el menor costo, proporcionar las mejores prestaciones y funcionalidad en este tipo de instalaciones.

Estas instalaciones se deberán realizar al inicio de las obras y mantenerlos hasta casi su terminación, evitando cualquier posible interferencia con la construcción y acabado de las obras que nos ocupan. Para el servicio de limpieza de las instalaciones higiénicas se responsabilizará a una persona, o equipo de personas, los cuales podrán alternar este trabajo con otros propios de la obra.

Considerando que el número previsto de operarios son 30, se realizarán las siguientes instalaciones:

**Comedores.**

El recinto destinado a comedores consistirá en una caseta prefabricada modulada, realizada con estructura de perfiles laminados, con cerramiento y cubiertas de paneles "sándwich" en chapa termolacada, por ambas caras, con aislamiento de espuma de

poliuretano extruido en su interior. Carpintería en ventanas de aluminio anodizado en su color, rejas de protección, suelo constituido por tablero fenólico y pavimento todo ello previa preparación del terreno y cimentaciones.

Contará con calienta platos o comidas (uno cada 25 trabajadores), fregadero (uno por cada 10 trabajadores) y frigorífico casero (uno cada 25 trabajadores) perfectamente diferenciado del resto del local mediante tabique. Dispondrá de recipientes para basuras o desperdicios, con tapa hermética que se retirarán diariamente.

El resto del local dispondrá de al menos 5 mesas dobles y bancos con capacidad para 2x3 personas.

### **Vestuarios**

Contaran con una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> y altura de 2,30 m por trabajador en obra. En esta superficie pueden incluirse las instalaciones de duchas y lavabos, en cuyo caso computaran los aseos. Dispondrá de:

- 1 taquilla guardarropa con llave y asiento por cada trabajador en obra.
- 1 percha para colgar la ropa por cada trabajador en obra, para ropa mojada.

### **Aseos.**

Contaran con una superficie mínima de 1,00 x 1,20 m de altura. Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha. Instalaciones de agua caliente en duchas. Dispondrá de:

- 1 inodoro por cada 25 hombres en obra.
- 1 inodoro por cada 15 mujeres en obra, con recipiente especial cerrado.
- 1 ducha por cada 10 trabajadores en obra.
- 1 lavabo por cada 10 trabajadores en obra.
- 1 espejo de 40x50 cm mínimo, por cada lavabo.
- Jaboneras, toalleros, uno por lavabo.
- Portarrollos, uno por cabina.
- Secadores automáticos, uno por cada 10 trabajadores en obra.

### **Oficina Técnica.**

En un local de similares características y dimensiones a los citados, se situarán los servicios de oficinas técnica y almacén de herramientas, que se dispondrá según las necesidades de la Contrata.

### **Acometidas provisionales de obra.**

La obra objeto de este Estudio de Seguridad y Salud contará con las siguientes instalaciones provisionales de acuerdo con apartado 15 del anexo 4 del R.D. 1627/97.

- La instalación eléctrica necesaria en la obra se establecerá mediante acometida a la red.
- En cuanto a la instalación contra incendios, se contará con extintores de CO<sub>2</sub>, el número de los mismos dependerá de los diferentes puntos de especial riesgo de incendio.
- La instalación de abastecimiento de agua se realizará mediante acometida a la red, dotando de agua potable las distintas instalaciones de higiene y confort de la obra.
- Con el fin de garantizar el correcto saneamiento de las instalaciones provisionales de obra se realizará una acometida a la red municipal de saneamiento de aguas residuales.

El contratista realizará a su cargo (salvo pacto en contra):

- Suministro de agua potable, que deberá solicitar a la Mancomunidad de Aguas de la Comarca.
- Suministro de energía eléctrica, que debe ser solicitada a empresa suministradora.

Las especiales características del riesgo de la acometida e instalación provisional eléctrica obligan a tener en cuenta que:

- La acometida será BT 3x380/220 V.
- El cuadro eléctrico estará alojado en armario homologado para intemperie. Dispondrá de contador, e interruptores diferenciales de 30 mA., en el caso de las máquinas que puedan requerir un diferencial con intensidad de ruptura superior, se asegurará también un valor de tierra tal que en ningún caso una persona pueda estar sometida a una corriente de derivación o contacto eléctrico indirecto superior a los 30 mA.; además contará con magnetotérmicos para cada circuito.
- Todas las mangueras serán de 4 hilos, con protección IP adecuada. El hilo conductor de toma de tierra será de color normalizado (amarillo - verde).
- En la protección contra contactos eléctricos indirectos se tendrá en cuenta el aumento de resistencia debido a la longitud y sección del cable de tierra.
- Las mangueras eléctricas podrán disponerse aéreas sobre postes de madera o fijadas a las paredes de los edificios de obra, siendo en todo caso su altura superior a 2m.
- Toda instalación a nivel de terreno se realizará bajo tubo de acero, y si va enterrada bajo tubo de PVC, con protección de hormigón si es superficial.

- La instalación provisional será realizada por empresa autorizada, quien deberá entregar al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra un certificado de que se ha realizado según la normativa vigente.

## **1.12 –PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS**

Debido a la actividad industrial de la zona se prevé que existan riesgos a terceras personas, por lo que se tendrá en cuenta:

1. La entrada y salida de vehículos.
2. Acopio de materiales: Antes del inicio de las obras debe procederse a la instalación de las medidas preventivas de información frente a riesgos de accidentes a terceros.
  - Vallado perimetral: Es imprescindible delimitar todas las áreas de construcción o acopio de materiales con objeto de impedir el paso de personal ajeno a las obras.
  - Existirá un paso de vehículos, de 5 metros de ancho, que contará con una puerta de dos hojas con cadena y candado. El mismo servirá de acceso a personal.
  - Señalización informativa y de seguridad.
  - Accesibilidad; prohibiendo el acceso a las obras a toda persona ajena a las mismas.
  - Seguridad; sobre uso obligatorio de guantes, casco, zona de paso, zona de circulación, etc.

## **1.13 –RESUMEN PRESUPUESTO**

En el Documento nº 3, Presupuesto, se recoge la relación valorada de los capítulos estimados para la ejecución del presente Estudio, con el Resumen de Capítulos que sigue:

Capítulo 01.- Equipo de protección individual	3.626,05 €
Capítulo 02.- Equipo protección colectiva	9.855,46 €
Capítulo 03.- Instalaciones higiene y bienestar	9.754,83 €
Capítulo 04.- Medicina preventiva	1.779,06 €
Capítulo 05.- Señalización	615,55 €
Capítulo 06.- Mantenimiento de la obra	1.956,60 €





<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>27.587,55 €</b>
6% Gastos Generales	1.655,25 €
6% Beneficio industrial	1.655,25 €
8 % I.V.A.	2.471,84 €
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>	<b>33.369,89 €</b>
<b>PRESUPUESTO LÍQUIDO</b>	<b>33.369,89 €</b>

En Pamplona, a 9 de Septiembre de 2011

Fdo.: .....

## **2-PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2.1-OBJETIVO**

El objeto de este Pliego de Condiciones es fijar las condiciones generales y particulares por las que se han de desarrollar los trabajos y dotaciones de Seguridad y Salud Laboral.

El presente Pliego, conjuntamente con la memoria, presupuesto, y planos forman el Estudio de Seguridad y Salud que servirá de base para la ejecución de las obras con el debido control de los riesgos. Los planos constituyen los documentos que definen y concretan las medidas prescritas en forma geométrica.

### **2.2 –CONDICIONES FACULTATIVAS**

#### **2.2.1-INTRODUCCIÓN**

El contratista o constructor principal se someterá al criterio y juicio de la Dirección Facultativa de la Seguridad estará ejercida, de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, por el Ingeniero autor del Estudio de Seguridad y por el Coordinador a quien corresponde igualmente la aprobación del Plan de Seguridad y su seguimiento, siendo su actuación independiente de la Dirección Facultativa propia de la obra.

#### **2.2.2 –LIBRO DE INCIDENCIAS**

De acuerdo con el artículo 13 del R.D 1627/1997 existirá en obra, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad, un Libro de Incidencias, habilitado al efecto y facilitado por el Colegio Oficial al que pertenezca el redactor del Estudio de Seguridad. Dicho libro constará de hojas cuadruplicadas.

Las anotaciones en dicho libro podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la Seguridad, por los representantes del constructor o contratista principal y subcontratistas, por técnicos de los Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad en el Trabajo, por el Vigilante de Seguridad y por los representantes de los trabajadores del centro de trabajo si en el mismo no existiera comité. Dichas anotaciones estarán

únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

### **2.2.3 –LIBRO DE ÓRDENES**

Las órdenes de seguridad y salud, las dará el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, mediante la utilización del "Libro de Órdenes y Asistencias" de la obra.

### **2.2.4 –OBLIGACIONES DE LAS PARTES**

#### **2.2.4.1-PROPIEDAD**

La Propiedad abonará a la Empresa Constructora, previa certificación de la dirección facultativa, las partidas incluidas en el presupuesto del estudio de seguridad. Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de la responsabilidad de efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo IB del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fiera necesario.

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

#### **2.2.4.2-CONTRATISTA**

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad a través del correspondiente Plan de Seguridad y Salud, coherente con el Estudio y con los sistemas de ejecución que la empresa va a emplear.

El Plan de Seguridad y Salud Laboral deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa y ser previo al comienzo de la obra.

Los medios de protección personal, estarán homologados por organismos competentes. Caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad y Salud Laboral, con el visto bueno de la Dirección Facultativa. La Empresa constructora cumplirá las estipulaciones preceptivas del Estudio y del Plan de Seguridad y Salud Laboral.

La Dirección Facultativa de Seguridad considerará el Estudio de Seguridad como parte integrante de la ejecución de la obra correspondiéndole el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

En concreto, el contratista y subcontratistas estarán obligados a:

**1.** Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas. En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

#### **2.2.4.3 -TRABAJADORES**

Corresponde a los trabajadores la obligación de cooperar en la prevención de riesgos profesionales en la Empresa, y el mantenimiento de la máxima higiene en la misma a cuyos fines deberán, cumplir fielmente los preceptos de la Ordenanza y sus instrucciones y complementarias, así como las ordenes e instrucciones que a tales efectos les sean dados por sus superiores.

Están obligados a:

- Recibir las enseñanzas sobre Seguridad y Salud Laboral.  
Usar los medios de protección personal descritos en el Plan de Seguridad, cuidarlos y conservarlos.
- Dar cuenta inmediata de las averías o riesgos que puedan ocasionar peligro en cualquier puesto de trabajo.
- Cuidar y mantener su higiene personal.
- Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos.
- No introducir bebidas o sustancias no autorizadas en el centro de trabajo ni permanecer en estado de embriaguez o cualquier otra intoxicación.
- Cooperar en la extinción de incendios y en el salvamento de víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones racionalmente exigibles.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

**1.** Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

**2.** Cumplir las disposiciones minutas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

**3.** Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

**4.** Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

**5.** Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.

**6.** Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## **2.3 –CONDICIONES TÉCNICAS**

### **2.3.1- MATERIALES**

Se definen en este apartado las condiciones técnicas que han de cumplir los diversos materiales y medios auxiliares que deberán emplearse, de acuerdo con las prescripciones del presente Estudio, en las tareas de prevención y salud durante la ejecución de la obra.

Con carácter general todos los materiales y medios cumplirán obligatoriamente las especificaciones contenidas en el Pliego General de Condiciones, que les sean aplicables con carácter específico, las protecciones personales y colectivas y las normas de salud y bienestar que regirán en la ejecución del correspondiente Estudio de Seguridad y Salud Laboral para la ejecución de la obra serán las siguientes:

### **2.3.2- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tienen fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro mas rápido del previsto en una determinada prenda o equipo, se repondrá esta independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellos medios que por su uso hayan adquirido holguras o desgastes superiores a los admitidos por el fabricante, serán repuestos inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca deber representar un riesgo en sí mismo.

### **2.3.2.1- PROTECCIONES PERSONALES**

Las protecciones personales, son las prendas o equipo que de una manera individualizada utiliza el trabajador, de acuerdo con el trabajo que realiza. No suprimen el origen del riesgo y únicamente sirven de escudo o colchón amortiguador del mismo. Se utilizan cuando no es posible el empleo de las colectivas. Una condición que obligatoriamente cumplirán estas protecciones personales es que estarán homologadas por el Ministerio de Trabajo.

Existen, no obstante, algunas que no están todavía homologadas, pero que reunirán las condiciones y calidades precisas para su misión, tal sucede con la ropa de trabajo que todo trabajador llevará: mono de tejido ligero y flexible que se ajustar al cuerpo con comodidad, facilidad de movimiento y bocamangas ajustadas. Cuando sea necesario, se dotará al trabajador de delantales, mandiles, petos, chalecos o cinturones anchos que retuercen la defensa del tronco.

### **2.3.2.2- PROTECCIONES COLECTIVAS**

- Vallas autónomas de limitación y protección.  
Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando construidas a base de tubos metálicos.
- Barandillas.  
Las barandillas rodearán el perímetro de la planta desencofrada debiendo estar condenado el acceso a las otras por el interior en las escaleras. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.
- Mallazos.  
Los huecos interiores se protegerán con mallazo de resistencia y malta adecuada.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes.  
Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos necesarios a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Plataforma de trabajo.  
Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2 m. del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapiés.
- Escalera de mano.  
Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Plataformas voladas.  
Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandillas.



- Extintores.  
Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.
- Andamios.  
Se montarán siguiendo fielmente las instrucciones contenidas en el folleto de montaje suministrado por el fabricante.
- Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica.  
Se conectarán en los toma corrientes instalados en los cuadros eléctricos de distribución de zona. Si el lugar de utilización es húmedo, la conexión eléctrica se efectuara a través de transformadores de seguridad a 24 voltios.
- Interruptor diferencial de 30 miliamperios.  
Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectores o empalmes estancos de intemperie.

### **2.3.3-CONDICIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS**

Es responsabilidad del Contratista, asegurarse de que todos los equipos, medios auxiliares y máquinas empleados en la obra, cumplen con los RD 1.215/1.997, 1.435/1.992 y 56/1.995.

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante. A tal fin, y en aquellas circunstancias cuya seguridad dependa de las condiciones de instalación, los medios auxiliares, máquinas y equipos se someterán a una comprobación inicial y antes de su puesta en servicio por primera vez, así como a una nueva comprobación después de cada montaje en un lugar o emplazamiento diferente.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", el Contratista en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e incluirlos, porque son por si mismos, más seguros que los que no la poseen.

El contratista adoptará las medidas necesarias para que los medios auxiliares, máquinas y equipos que se utilicen en la obra sean adecuados al tipo de trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de tal forma que quede garantizada

la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido se tendrán en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización de los referidos medios auxiliares, máquinas y equipos.

### **2.3.4- SERVICIOS DE PREVENCIÓN**

#### **a) Estudio de seguridad**

Se cumplirá lo establecido en el Decreto 39/1 997 y otros que lo completan como el 604/2006, especialmente en los títulos fundamentales:

Art.1. La prevención de riesgos laborales, como actuación a desarrollar en el seno de la empresa, deberá integrarse en su sistema general de gestión.

Art.2 El Plan de prevención de riesgos laborales debe ser aprobado por la dirección de la empresa, asumido por toda su estructura organizativa, en particular por todos sus niveles jerárquicos, y conocido por todos sus trabajadores.

Art.5 Dar información, formación y participación a los trabajos.

Art. 8 y 9: Planificación de la actividad preventiva.

Art. 14 y 15: Disponer de Servicio de Prevención, para las siguientes especialidades: Ergonomía, Higiene Industrial, Seguridad en el trabajo, Medicina del Trabajo y Psicología.

#### **b) Botiquín**

Existirá una zona en las casetas destinadas a instalaciones de obra, donde se ubicará un armario en pared con la dotación necesaria para primeras curas. Así mismo se dispondrá un botiquín portátil a pie de obra. Se colocará en lugar visible, además, una relación con el nombre, dirección y teléfono de los centros asistenciales más próximos, así como teléfono de taxis y ambulancias para traslados urgentes en caso de accidente.

#### **c) Servicio Técnico de Seguridad y Salud Laboral.**

La empresa constructora dispondrá de un servicio técnico asesor en Seguridad e Higiene que colaborará con la Dirección a pie de obra, siendo ésta última la que deberá llevar a la práctica todas las medidas de seguridad propuestas, de acuerdo con su criterio y mejor desarrollo de la obra.

### **2.3.5-SEÑALIZACIÓN**

En todo el perímetro de la obra, y en los pasos provisionales a través de la misma cuando sea necesario, se dispondrán señales visibles de día y de noche durante la realización de los trabajos y hasta su conclusión.

La forma y dimensiones de los diferentes tipos de señalización se indican en “Planos”.

### **2.3.6- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

Se dispondrá de vestuarios, servicios higiénicos y, comedor para los operarios, dotados de la siguiente forma:

- La superficie mínima común de vestuarios y aseos ser de 2 m<sup>2</sup> por operario.
- El vestuario estar provisto de bancos o asientos y de taquillas individuales con llave, para guardar ropa y calzado.
- Al realizar trabajos sucios se facilitarán los medios especiales de limpieza.
- Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y una percha.

### **2.3.7- CONTROL DE LA SEGURIDAD**

Se establecen a continuación unos criterios de control de la seguridad e higiene al objeto de definir el grado de cumplimiento del Estudio de Seguridad, así como la obtención de unos índices de control a efectos de dejar constancia de los resultados obtenidos por la aplicación del citado Estudio.

La Contrata podrá modificar dichos criterios en el Plan de Seguridad de acuerdo con sus propios medios, que como todo lo contenido en él deberá contar con la aprobación de la dirección facultativa de la seguridad.

#### **2.3.7.1- CUADRO DE CONTROL**

Se redactará primeramente un cuadro esquemático de control, que a efectos de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud Laboral, deberá rellenarse periódicamente. Para cumplimentarlo se deberá poner una X a la derecha de cada especificación cuando existan deficiencias en el concepto correspondiente, haciendo un resumen final en que se indique el número de deficiencias observadas sobre el número total de conceptos examinados.

### **2.3.7.2- ÍNDICES DE CONTROL**

En la obra se llevarán obligatoriamente los índices siguientes:

a) Índice de incidencia.

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores.

b) Índice de frecuencia.

Definición: Número de siniestros con baja, acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

c) Índice de gravedad.

Definición: Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

d) Duración media de la incapacidad.

Definición: Número de jornadas perdidas por cada accidente con baja.

### **2.3.7.3- PLANES DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será duplicado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada:

a) Parte de Accidente

- Identificación de la obra
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.
- Nombre del accidentado.

- Domicilio del accidentado.
  - Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente.
  - Causas del accidente.
  - Importancia aparente del accidente.
  - Posible especificación sobre lidios humanos
  - Lugar, persona y forma de producirse la primera cura (Médico, practicante, socorrista, personal de obra).
  - Lugar de traslado para hospitalización.
  - Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos)
- Como complemento de este parte se emitirá un informe que contenga
- Cómo se hubiera podido evitar.
  - Ordenes inmediatas para ejecutar.

b) Parte de eficiencias.

- Identificación de la obra.
- Fecha en que se ha producido la observación.
- Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación.
- Informe sobre la deficiencia observada.
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

#### **2.3.7.4- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

#### **2.3.7.5- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será fichada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### **2.3.7.6- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

### **2.3.8-VESTIMENTA:**

El personal que intervenga en la obra, dispondrá del equipo de vestimenta adecuado con guantes, trajes impermeables y botas en caso de lluvia.

Es obligatorio el uso guantes, botas de seguridad y chaleco reflectante en cualquier fase de los trabajos, y el casco, las gafas de seguridad, auriculares de insonorización y el cinturón de seguridad cuando las circunstancias lo requieran.

### **2.3.9-FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES**

El Contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional esta información específica se les dará por escrito.

## **2.4 –CONDICIONES LEGALES**

### **2.4.1- DISPOSICIONES LEGALES**

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de 1971 en sus artículos no derogados por la Ley 3171/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (O.M. 17-05-71).
- Reglamento Electrónico de baja tensión (O.M. 20-09-73) (B.O.E. 14-06-77).
- Inclusión del estudio de Seguridad y Salud Laboral (R.D. 1627/1.997).
- Normativa sobre Señalización (ItD. 1403/86, B.O.E. 08-07-86).
- Convenio Colectivo provincial de la Construcción.
- Todas las disposiciones adicionales oficiales relativas a la Seguridad, salud laboral y medicina del trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en obra.

## **2.4.2- SEGUROS**

Es preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional, del mismo modo que el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo tanto el riesgo inherente a su actividad como constructor, como por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a las personas de las que debe responder.

## **2.5 –CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **2.5.1-PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

En el Plan de Seguridad y Salud se deberán recoger todas las necesidades derivadas del cumplimiento de las disposiciones obligatorias vigentes en materia de Seguridad y Salud para las obras objeto del proyecto de ejecución y las derivadas del cumplimiento de las prescripciones recogidas en el presente Estudio, sean o no suficientes las previsiones económicas contempladas en el mismo.

Aunque no se hubiesen previsto en este Estudio de Seguridad y Salud todas las medidas y elementos necesarios para cumplir lo estipulado al respecto por la normativa vigente sobre la materia y por las normas de buena construcción para la obra a que se

refiere el proyecto de ejecución, el empresario vendrá obligado a recoger en el Plan de Seguridad y Salud cuanto sea preciso a tal fin, sin que tenga derecho a percibir mayor importe que el fijado en el presupuesto del presente Estudio, afectado, en su caso, de la baja de adjudicación.

Las mediciones, calidades y valoraciones recogidas en este Estudio podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el empresario en el Plan de Seguridad y Salud, siempre que ello no suponga variación del importe total previsto a la baja y que sean autorizadas por el Coordinador de Seguridad y Salud.

### **2.5.2-CERTIFICACIONES**

Salvo que las normas vigentes sobre la materia, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares o estipulaciones fijadas en el contrato de las obras dispongan otra cosa, el abono de las unidades de seguridad y salud se efectuará de cualquiera de las dos formas siguientes:

- De forma porcentual sobre el importe de la obra ejecutada en el período que se certifique. El porcentaje a aplicar será, el que resulte de dividir el importe del presupuesto vigente de ejecución material de las unidades de seguridad y salud entre el importe del presupuesto de ejecución material de las unidades de obra, también vigente en cada momento, multiplicado por cien.
- Mediante certificaciones por el sistema del servicio o del servicio total prestado por la unidad de seguridad y salud correspondiente. Es decir, cada partida de seguridad y salud se abonará cuando haya cumplido totalmente su función o servicio a la obra en su conjunto, o a la parte de ésta para la que se requiere, según se trate.

Para efectuar el abono de la forma indicada, se aplicarán los importes de las partidas que procedan, reflejados en el Plan de Seguridad y Salud, que habrán de ser coincidentes con los de las partidas del Estudio de Seguridad y Salud, equivalentes a las mismas.

Para que sea procedente el abono, mediante cualquiera de las formas anteriormente reseñadas, se requerirá con carácter previo que hayan sido ejecutadas y dispuestas en obra, de acuerdo con las previsiones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud, con las fijadas en el plan o con las exigidas por la normativa vigente, las medidas de seguridad y salud que correspondan al período a certificar.

La facultad sobre la procedencia de los abonos que se trate de justificar corresponde al Coordinador de Seguridad y Salud.

Para el abono de las partidas correspondientes a formación específica de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, reconocimientos médicos y seguimiento y control interno en obra, será requisito imprescindible la previa justificación al mencionado Coordinador de Seguridad y Salud de que se han cumplido las previsiones establecidas al respecto en dicho Plan, para lo que será preceptivo que el empresario



aporte la acreditación documental correspondiente, según se establece en otros apartados de este Pliego.

### **2.5.3-MODIFICACIONES**

Cuando durante el curso de las obras se modificase el proyecto de ejecución aprobado y, como consecuencia de ello fuese necesario alterar el Plan aprobado, el importe económico del nuevo Plan, que podrá variar o ser coincidente con el inicial, se dividirá entre la suma del presupuesto de ejecución material primitivo de las unidades de obra y el que originen, en su caso, las modificaciones de éstas, multiplicando por cien el cociente resultante, para obtener el porcentaje a aplicar para efectuar el abono de las partidas de Seguridad y Salud, de acuerdo con el criterio establecido con anterioridad en este Pliego.

Dicho porcentaje será el que se aplique a origen a la totalidad del presupuesto de ejecución material de las unidades de obra en las certificaciones sucesivas, deduciéndose lo anteriormente certificado.

En el supuesto de que fuese necesario confeccionar nuevos precios o precios contradictorios de unidades de seguridad y salud durante el curso de la obra, salvo que las disposiciones contractuales dispongan otra cosa, se atenderá a los criterios de valoración marcados en el Estudio, siguiéndose la misma estructura adoptada en el Presupuesto.

### **2.5.4-LIQUIDACIÓN**

A no ser que las estipulaciones contractuales dispongan lo contrario, no procederá recoger en la liquidación de las obras variaciones de las unidades de Seguridad y Salud sobre las contempladas en el Plan de Seguridad y Salud vigente en el momento de la recepción provisional de las obras.

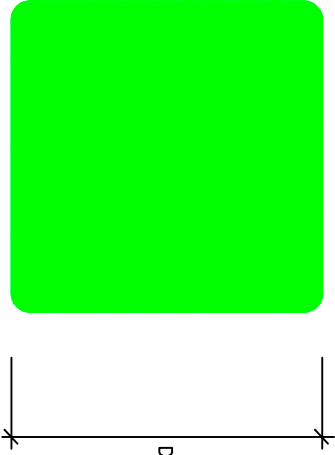
#### **2.5.4.1 –VALORACIÓN DE UNIDADES INCOMPLETAS**

Sin perjuicio de lo dispuesto a tal efecto por las bases contractuales que rijan para la obra, en caso de ser pertinente, por resolución de contrato, valorar unidades incompletas de seguridad y salud, se atenderá a las descomposiciones establecidas en el presupuesto del Estudio para cada precio descompuesto, siempre que se cumplan las condiciones y requisitos necesarios para el abono establecidos en el presente Pliego.



### **3-PLANOS**

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (\*)  
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

(\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115  
Y UNE 48-103

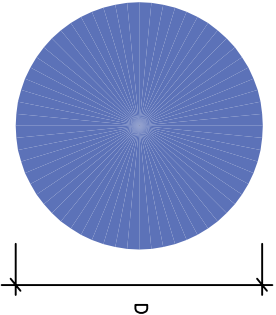
SEÑAL	(1)	(1)	(3)	(3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO  
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO  
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE  
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

		E.T.S.I.I.T		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto: Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Realizado: Ayóbar Jiménez, Javier	
Plano: Señales de información		Firma:		Fecha: 09/09/2011	
				Nº Plano: 1	
				Escala: -	

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACION



COLOR DE FONDO: AZUL (\*)

SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

(\*) : SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)	
D	
594	
420	
297	
210	
148	
105	

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO  
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO  
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE  
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES

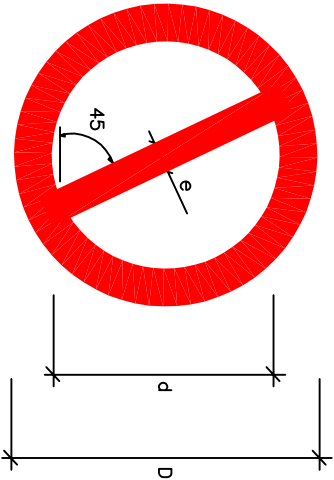
SEÑAL	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA

LETRA S	
LEYENDA INDICADORA OBREROS EN VIA	

		E.T.S.I.I.T			
Universidad Pública de Navarra		INGENIERO			
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		TÉCNICO INDUSTRIAL M.			
Proyecto:					
Túnel de hormigón armado					
Firma:		Realizado:			
Aydoor Jiménez, Javier					
Plano:		Departamento:			
Señales de obligación		DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES			
Fecha:		Nº Plano:			
09/09/2011		2			
Escdla:					



FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICION.




DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

COLOR DE FONDO: BLANCO (\*)  
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (\*)  
SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)  
(\*): SEGUN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(3)
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

NOTAS:  
(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO  
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO  
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE  
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

		E.T.S.I.I.T		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto: Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Realizado: Aydbar Jiménez, Javier	
Túnel de hormigón armado		Firma:			
Plano: Señales de prohibición		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 4	Escala: -	

# CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIEN DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZÓN DE UN TALLER A OTRO. ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES.  
NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACIÓN SE INSERTAN A CONTINUACIÓN.

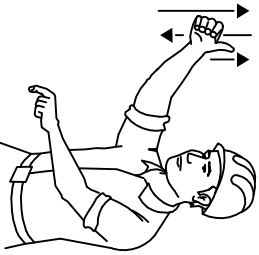
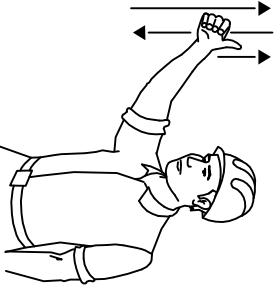

1 LEVANTAR LA CARGA

2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA

3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE

4 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE

5 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



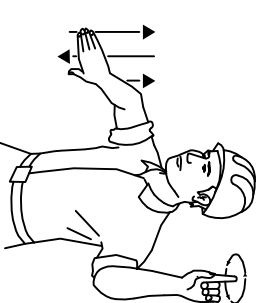
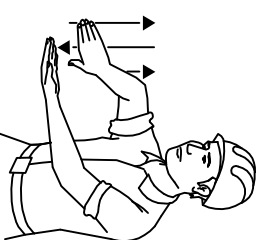
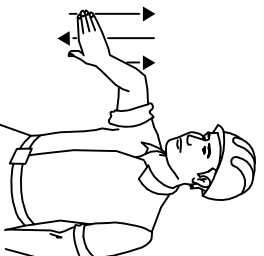
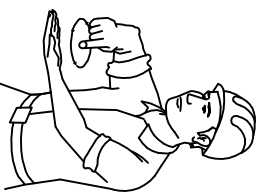
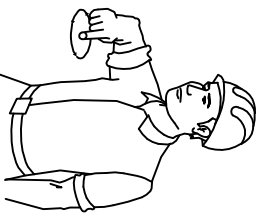
6 BAJAR LA CARGA

7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE

8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA

9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE

10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



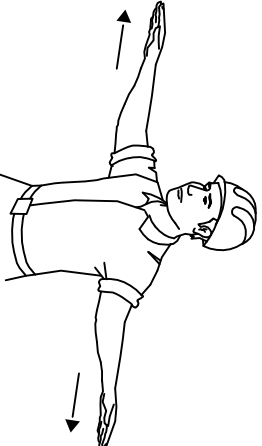

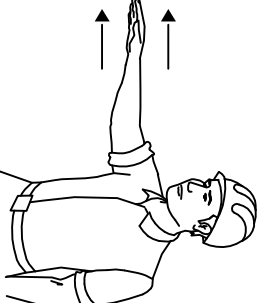
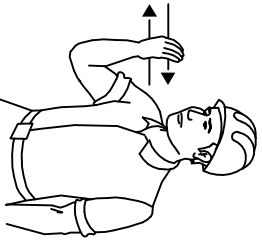

11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCION INDICADA POR EL DEDO


12 AVANZAR EN LA DIRECCION INDICADA POR EL SEÑALISTA

13 SACAR PLUMA

14 METER PLUMA

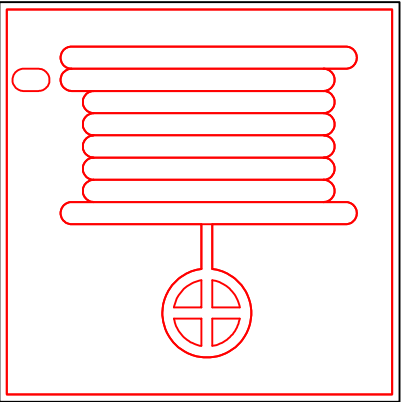
15 PARAR



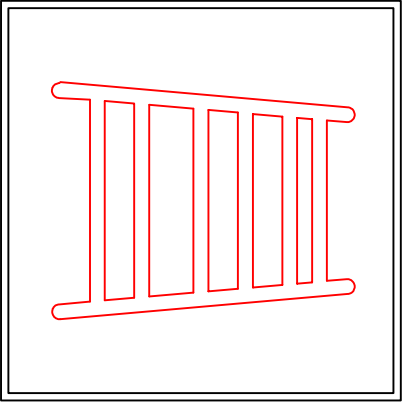
		Universidad Pública de Navarra	
		E.T.S.I.I.T	
		INGENIERO	
Proyecto:		TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
Túnel de hormigón armado			
Plano:		Firma:	
Señales de maniobra		Aybbar Jiménez, Javier	
Fecha:	Nº Plano:	Escala:	
09/09/2011	5	-	



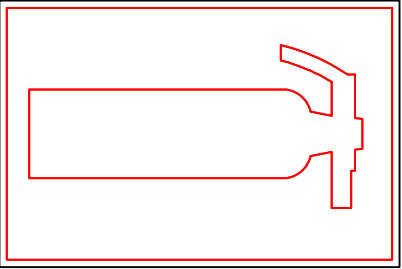
SEÑALES RELATIVAS  
A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS



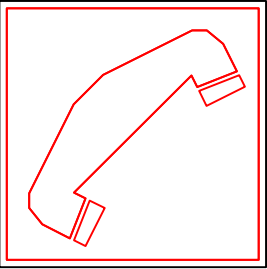
MANGUERA  
PARA INCENDIOS



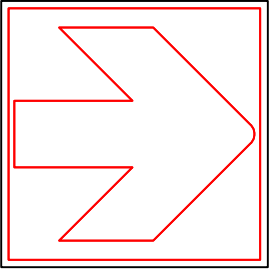
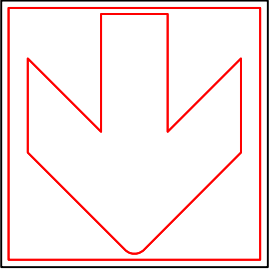
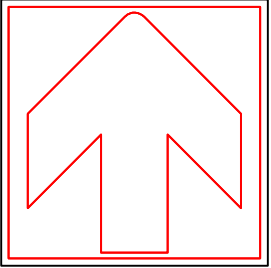
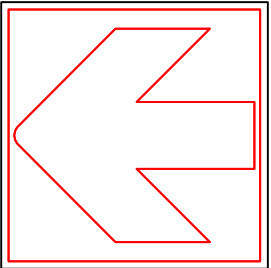
ESCALERA  
DE MANO





EXTINTOR



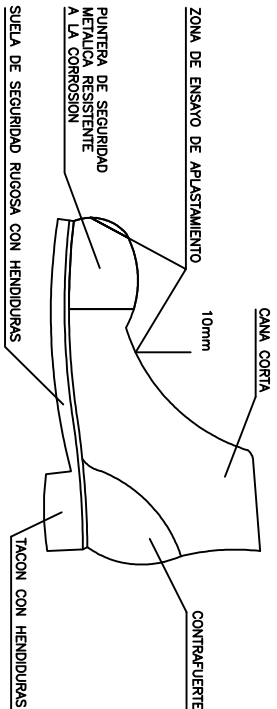
TELEFONO PARA LA LUCHA  
CONTRA INCENDIOS



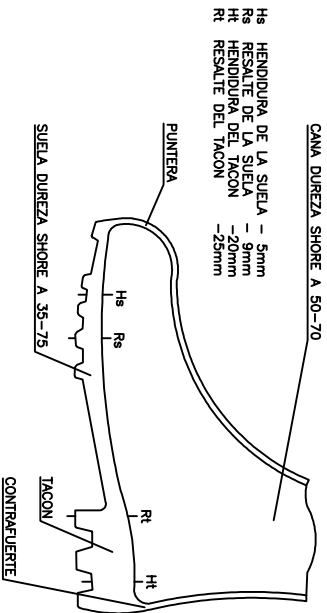
DIRECCION QUE DEBE SEGUIRSE  
(SEÑAL INDICATIVA ADICIONAL A LAS ANTERIORES)

		Universidad Pública de Navarra				E.T.S.I.I.T	
Proyecto:		Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Túnel de hormigón armado				Realizado: Aybar Jiménez, Javier			
Firma:				Firma:			
Plano:		Fecha:		Nº Plano:		Escala:	
Señales contra incendios		09/09/2011		6		-	

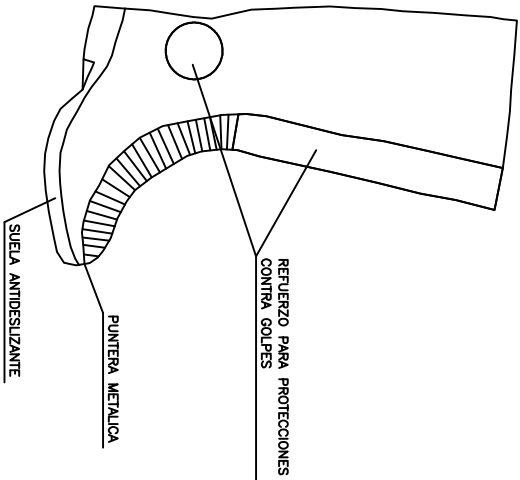




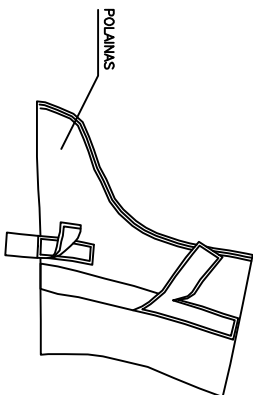
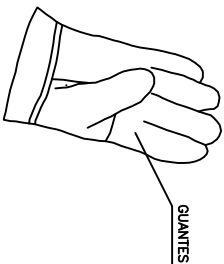
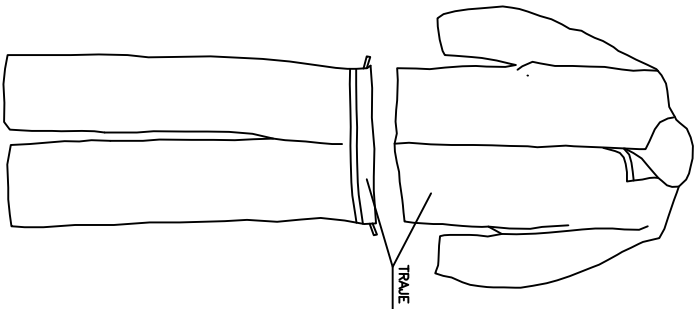
BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



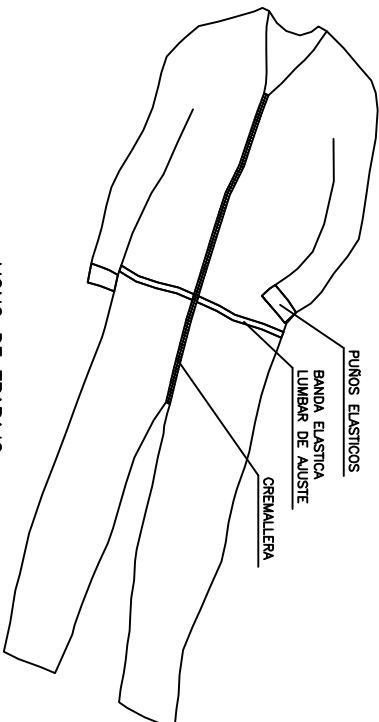
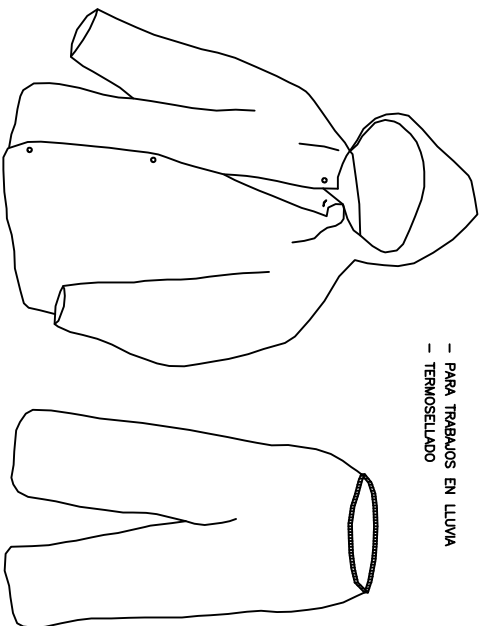
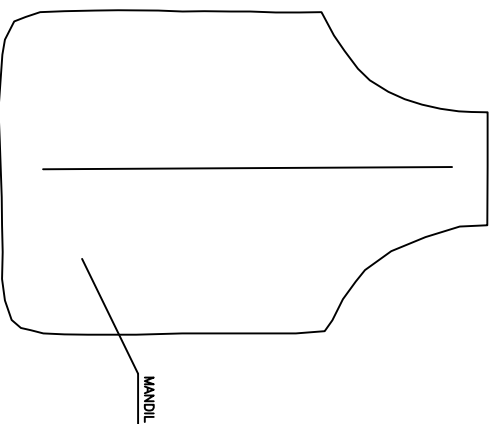
BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



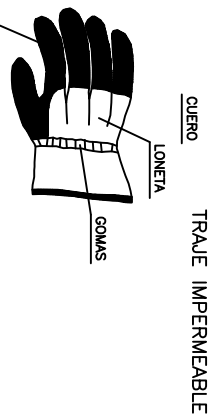
BOTA GOMA SEGURIDAD ANTIDESLIZANTE



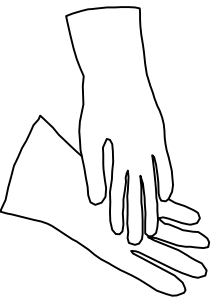
TRAJE SOLDADOR (MAS COMPLEMENTOS)



MONO DE TRABAJO



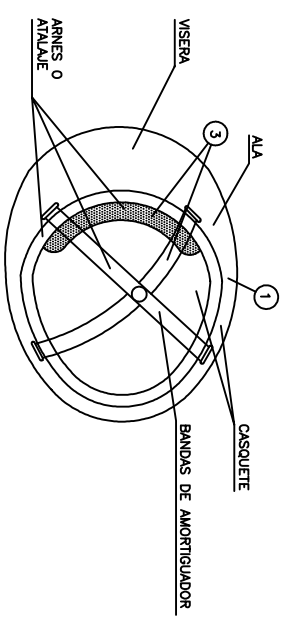
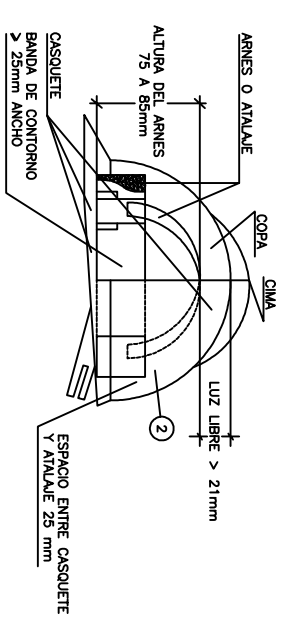
GUANTES PARA MANIPULACION DE MATERIALES



GUANTES AISLANTES DE ELECTRICIDAD CLASE II

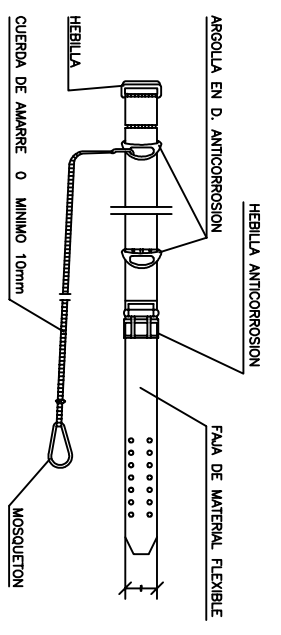
PARA TRABAJOS ELECTRICOS EN UTILIZACION DIRECTA SOBRE INSTALACIONES DE HASTA 5.000 V

Universidad Pùblica de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto: Túnel de hormigón armado		Realizado: Aybór Jiménez, Javier		Firma:	
Plano: Equipo protección individual I		Fecha: 09/09/2011		Nº Plano: 7	
				Escala: -	

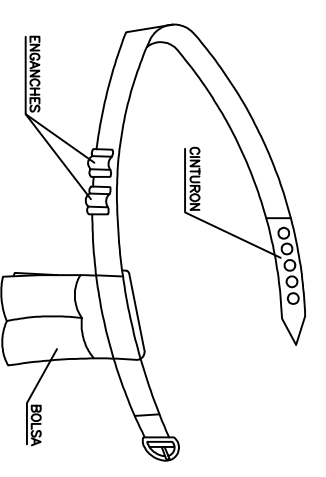


- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA.
- ② CLASE N AISLANTE A 1.000 Y CLASE E-AI AISLANTE A 25.000.
- ③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION.

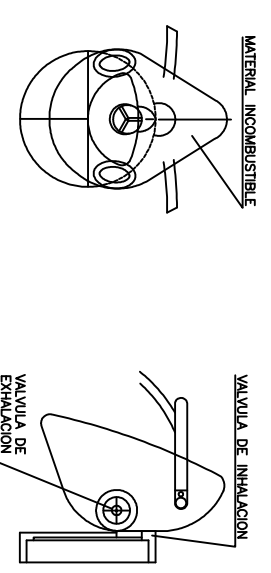
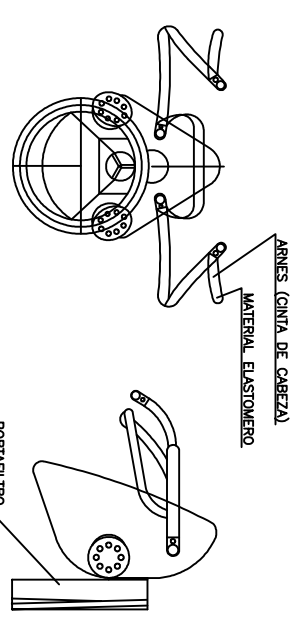
CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO



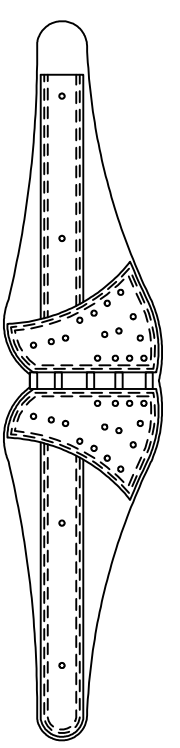
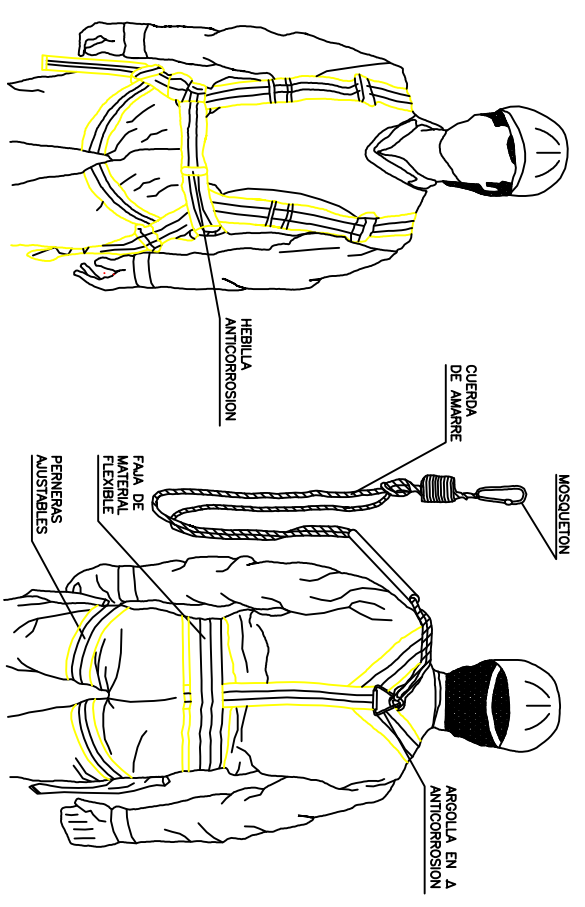
CINTURON DE SEGURIDAD CLASE A, TIPO 2.



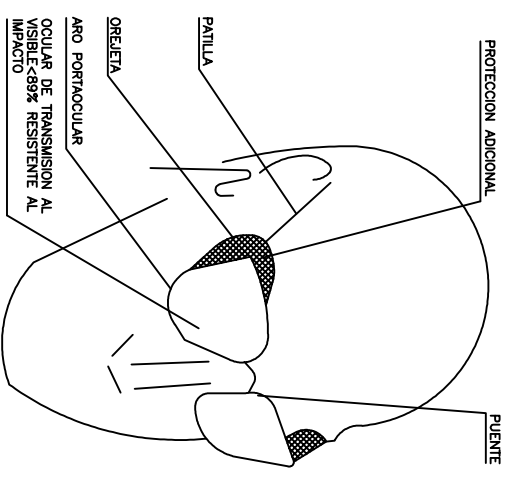
PORTAHERRAMIENTAS



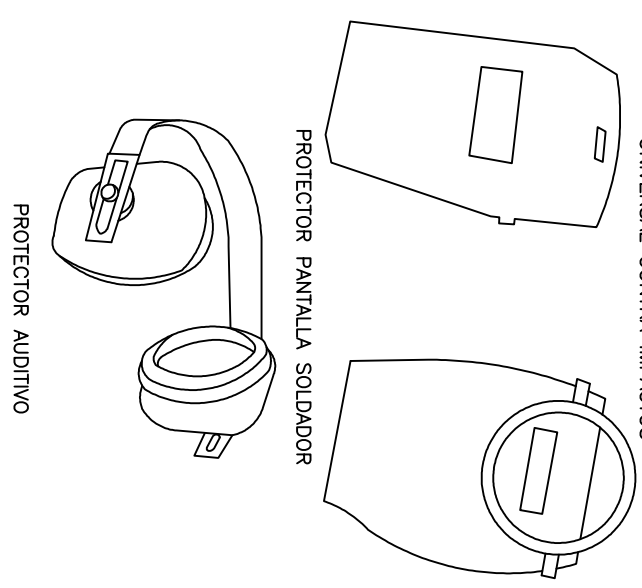
MASCARILLA ANTIPOLVO



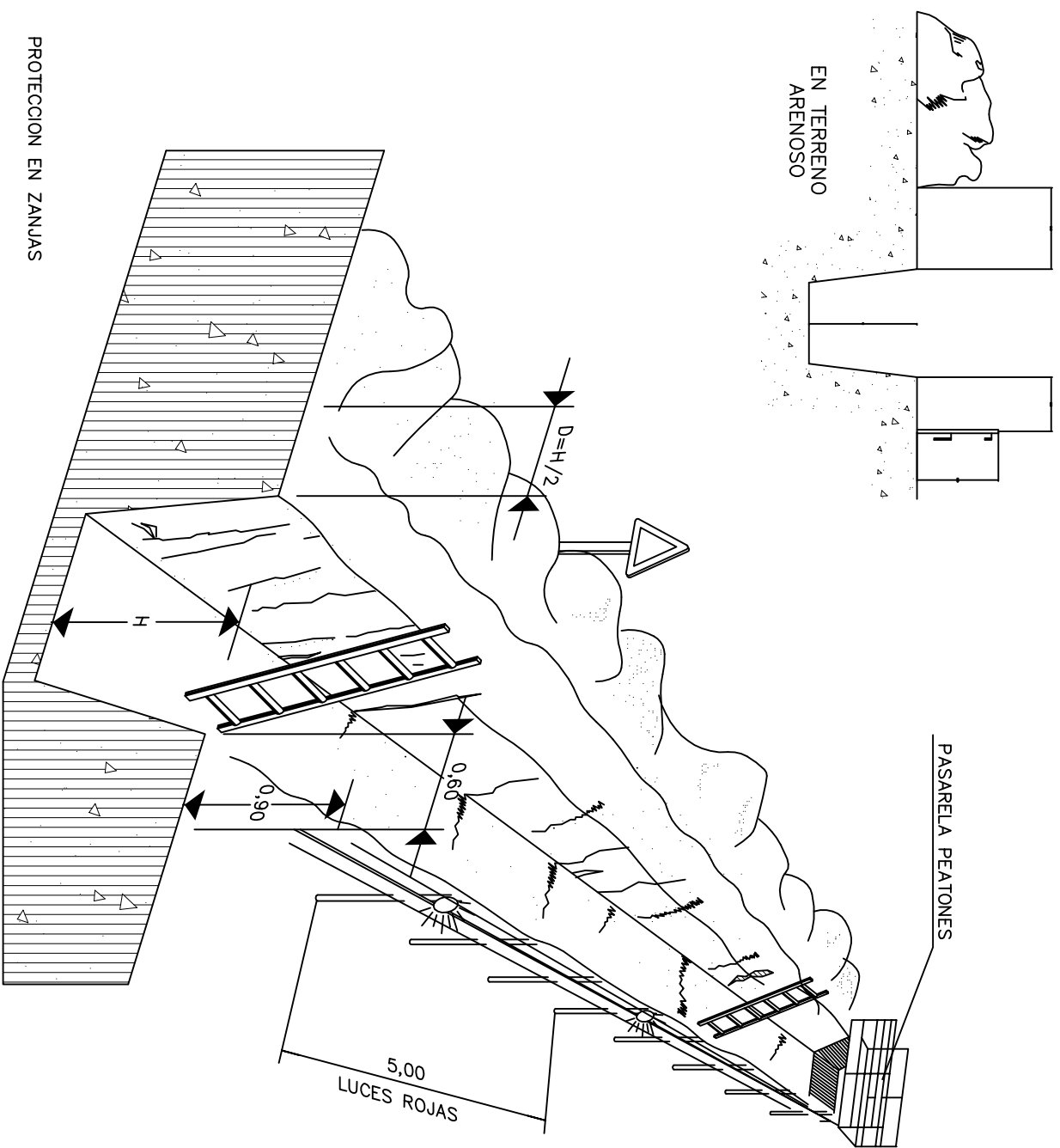
FAJA ANTIVIBRATORIA



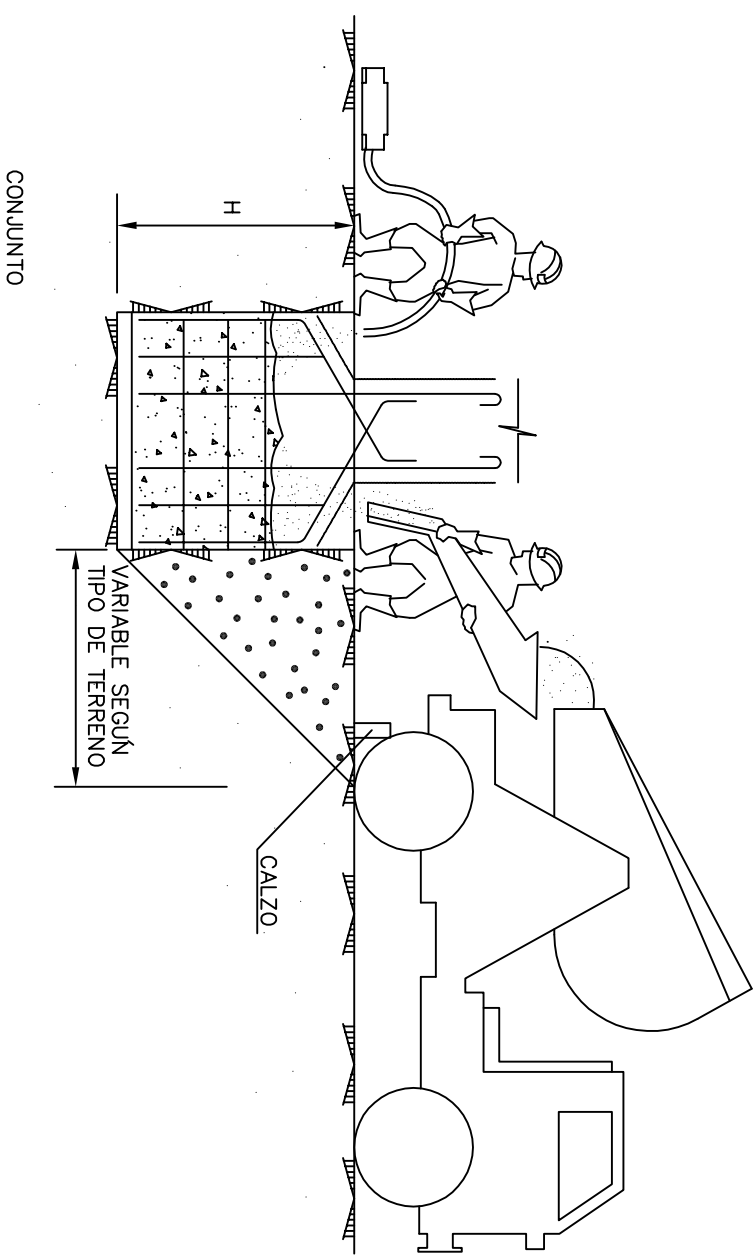
GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS




Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto: Equipo protección individual II		Realizado: Aydór Jiménez, Javier			
Plano: Emplazamiento		Firma:			
		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 8	Escudo: -	

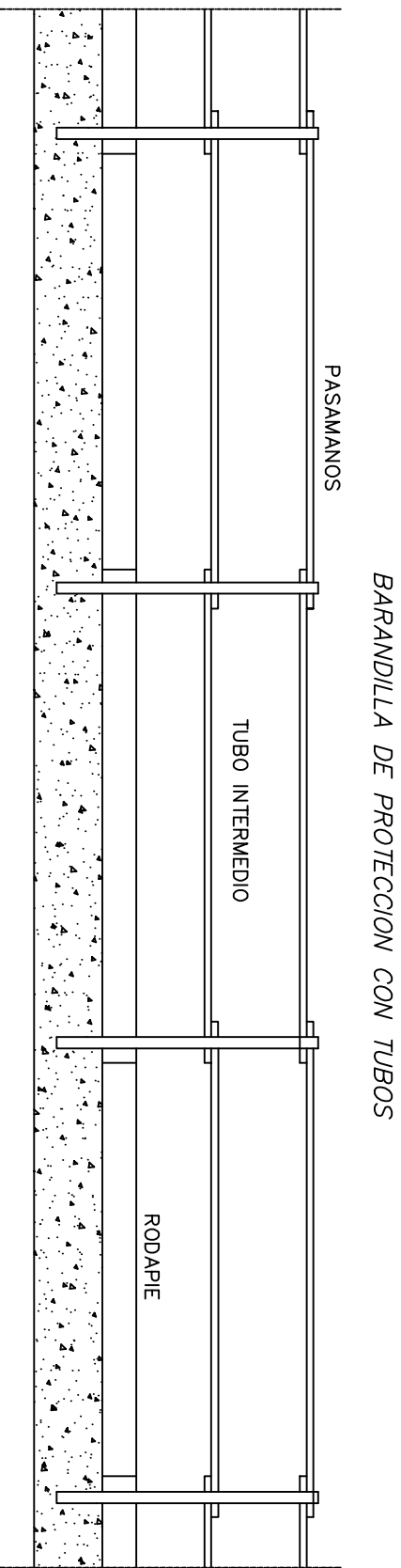


PROTECCION EN ZANJAS

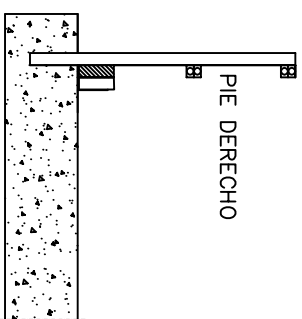


CONJUNTO

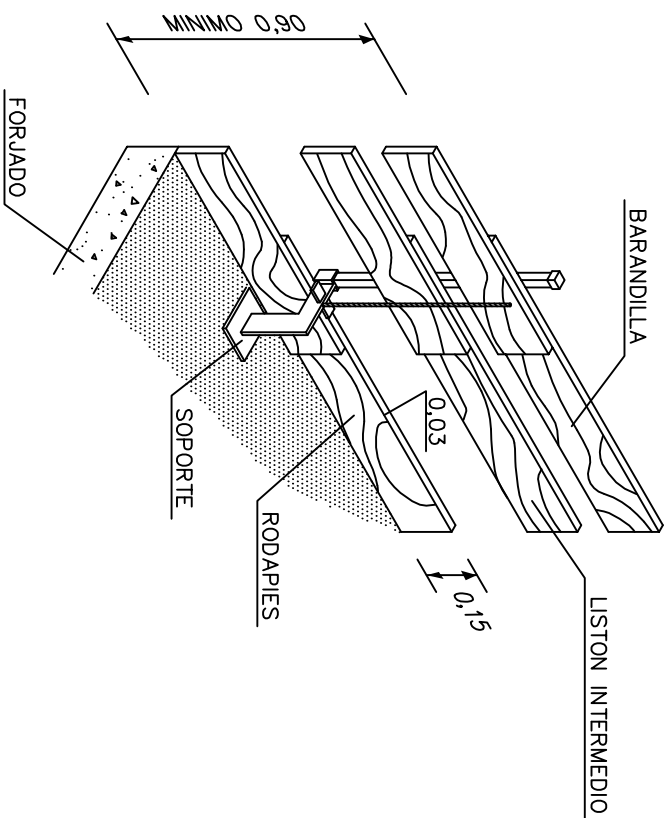
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	Proyecto: Túnel de hormigón armado		Realizado: Aybór Jiménez, Javier		Firma:	
Plano: Protección en zanjas		Fecha: 09/09/2011	N° Plano: 9	Escala: -		




SECCION LONGITUDINAL



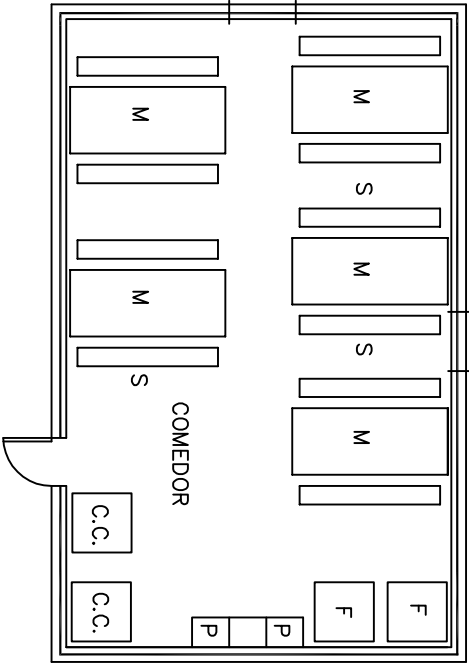
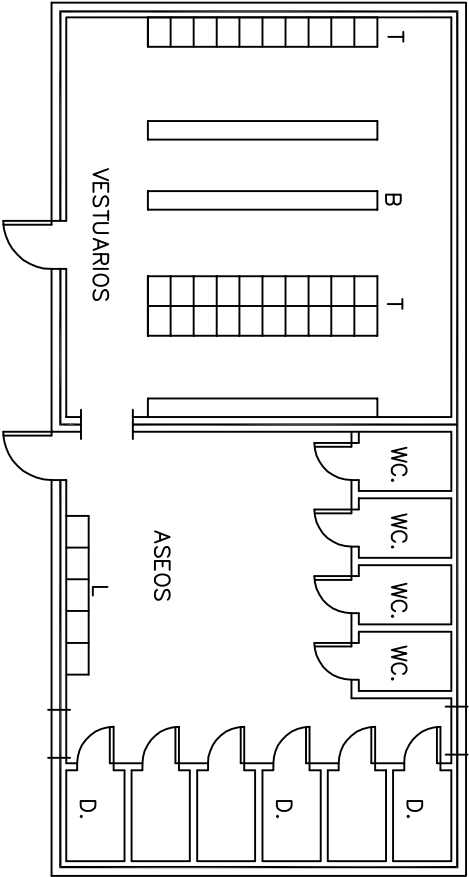
SECCION TRANSVERSAL



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		E.T.S.I.I.T INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto:  Túnel de hormigón armado		Realizado: Ayb̄ar Jim̄enez, Javīer		Firma:	
Plano: Barandilla		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 10	Escala: –	

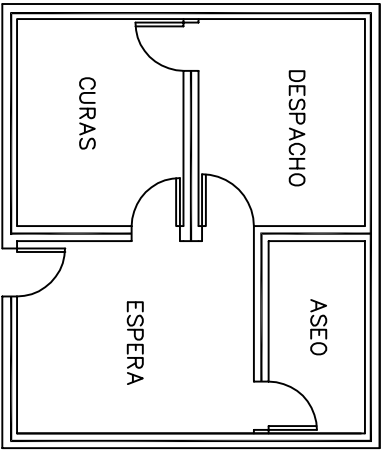
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR MODULOS TIPO

- LEYENDA
- T. TAQUILLA
  - B. BANCO
  - D. DUCHA
  - L. LAVABO
  - C.C. CALIENTA COMIDAS
  - P. PILA LAVAVAJILLAS
  - M. MESA
  - S. SILLA
  - F. FRIGORIFICO




ASEOS + VESTUARIOS

COMEDOR

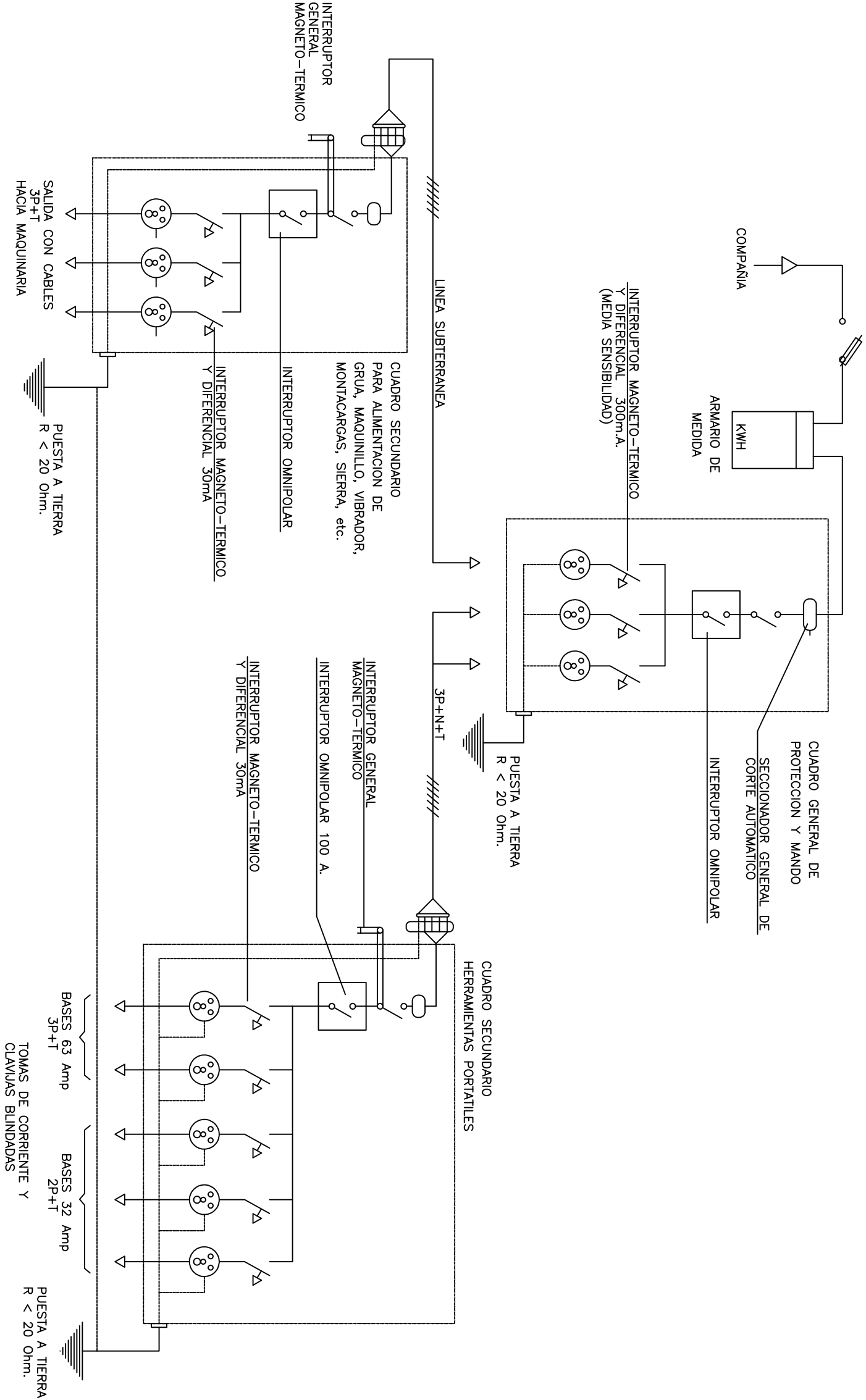


OFICINA TÉCNICA + BOTIQUÍN

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		E.T.S.I.I.T INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.		Departamento: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
Proyecto: Túnel de hormigón armado		Realizado: Aybar Jiménez, Javier		Firma:	
Plano: Instalaciones de higiene y bienestar		Fecha: 09/09/2011	Nº Plano: 11	Escala: -	

ESQUEMA TIPO DE INSTALACION ELECTRICA DE OBRA

( A PARTIR DEL ARMARIO DE CONTADORES )



Universidad Publica de Navarra		E.T.S.I.I.T	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL M.	
Proyecto:		Realizado:	
Túnel de hormigón armado		Ayðor Jiménez, Javier	
Plano:		Firma:	
Instalación eléctrica provisional		Fecha:	Nº Plano:
		09/09/2011	12
		Escala:	
		-	



## **4-PRESUPUESTO**



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 01 Equipo protección individual****01.01 Casco seguridad**

Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificación CE.

30,00	11,48	344,40
-------	-------	--------

**01.02 Casco protección auditiva**

Casco de seguridad con protectores auditivos incorporados. Certificado CE.

30,00	18,20	546,00
-------	-------	--------

**01.03 Gafas antipolvo**

Gafas antiempañables, panorámicas. Certificado CE.

30,00	1,95	58,50
-------	------	-------

**01.04 Gafas anti-impacto**

Gafas protectoras contra impactos, incoloras. Certificado CE.

30,00	3,10	93,00
-------	------	-------

**01.05 Yelmo soldadura**

Pantalla de seguridad para soldador, con fijación para cabeza. Certificado CE.

3,00	26,22	78,66
------	-------	-------

**01.06 Mascarilla papel filtrante**

Mascarilla antipolvo de papel filtrante.

300,00	0,21	63,00
--------	------	-------



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.07</b>	<b>Cinturón de seguridad</b>								
	Cinturón de sujeción con enganche dorsal, fabricado en algodón anti-sudoración con bandas de poliéster, hebillas ligeras de aluminio y argollas de acero inoxidable. Certificado CE.								
							2,00	12,34	24,68
<b>01.08</b>	<b>Cinturón antivibratorio</b>								
	Faja lumbar fabricada en tejido térmico, aportando calor a la zona de contacto y con cuatro ballenas metálicas para ejercer una adecuada resistencia.								
							20,00	11,78	235,60
<b>01.09</b>	<b>Mandil cuero</b>								
	Mandil de cuero para soldado. Certificado CE.								
							3,00	4,11	12,33
<b>01.10</b>	<b>Manguitos cuero</b>								
	Manguitos de cuero para soldador. Certificado CE.								
							3,00	3,68	11,04
<b>01.11</b>	<b>Polainas cuero</b>								
	Polainas de cuero para soldador. Certificado CE.								
							3,00	3,68	11,04
<b>01.12</b>	<b>Trajes de trabajo</b>								
	Pantalón y camisa de trabajo de poliéster y algodón. Certificado CE.								
							30,00	15,96	478,80



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.13</b>	<b>Trajes de trabajo impermeable</b>								
	Traje de agua de PVC con refuerzo de poliéster. Conjunto chaqueta y pantalón.								
							30,00	10,63	318,90
<b>01.14</b>	<b>Guantes cuero loneta</b>								
	Par de guantes de cuero reforzado								
							30,00	2,26	67,80
<b>01.15</b>	<b>Guantes impermeables</b>								
	Par de guantes de PVC para el agua.								
							30,00	2,21	66,30
<b>01.16</b>	<b>Guantes aislantes</b>								
	Guantes dieléctricos aislantes hasta 500 V.								
							5,00	3,47	17,35
<b>01.17</b>	<b>Botas seguridad</b>								
	Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero. Certificado CE								
							30,00	19,45	583,50
<b>01.18</b>	<b>Botas impermeables</b>								
	Par de botas impermeables con suela antideslizante.								
							30,00	10,49	314,70
<b>01.19</b>	<b>Botas aislante</b>								



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Calzado aislante de baja tensión. Certificado CE.						5,00	27,75	138,75
<b>01.20</b>	<b>Peto reflectante</b>								
	Peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo. Certificado CE.						30,00	4,55	136,50
<b>01.21</b>	<b>Arnés de seguridad</b>								
	Arnés de seguridad con amarre dorsal doble de regulación, fabricado con cinta de nylon de 45 mm, y elementos metálicos de acero inoxidable. Certificado CE.						3,00	8,40	25,20
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 Equipo protección individual.....</b>									<b>3.626,05</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 02 Equipo de protección colectiva

### 02.01 Red seguridad

Red vertical de seguridad de malla poliamida de 10×10 cm de paso, enudada con cuerda de D = 3 mm,

4	32,00		128,00		
				128,00	8,62 1.103,36

### 02.02 Alquiler andamio tubular metálico

Alquiler durante nueve meses, montaje y desmontaje de andamio metálico tubular de acero de 3,25 mm, de espesor de pared, galvanizado en caliente, con doble barandilla quitamiedos de seguridad, rodapié perimetral, plataformas de acero y escalera de acceso tipo barco, para alturas entre 6 y 9 m. Certificado CE.

6	6,00	1,50	54,00		
				54,00	18,46 996,84

### 02.03 Pasarela seguridad

Pasarela de trabajo formada por 8 tablas de madera de pino de 150×5 cm, cosidas por clavazón y escaleras transversales de 5×5 cm.

				32,00	44,38 1.420,16
--	--	--	--	-------	----------------

### 02.04 Barandillas

Barandilla de protección de 1 metro de altura formada por modulo prefabricado con tubo de acero D=50 mm. Con pasamanos y travesaño intermedio con verticales cada metro y rodapié de madera de pino de 15 × 15 cm. Incluso montaje y desmontaje.

30,00					
				32,00	15,47 495,04

### 02.05 Alquiler valla metálica

Alquiler m/mes de valla metálica de 2 m de altura y 1 mm de espesor con protección de intemperie. Se consideran 12 meses.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		128	2,50			320,00			
							320,00	11,92	3.814,40

## 02.06 Transformador de seguridad

Transformador de seguridad con primario par a220 V y secundario de 24 V y 1000 W.

1,00	128,62	128,62
------	--------	--------

## 02.07 Cuadro general de obra

Cuadro general de mandos y de protección de obra para una potencia máxima de 180 kW, compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100×100 cm., índice de protección IP 559, concerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4×250 A., relé diferencial reg. 0-1 A.,0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0,3 A., dos interruptores automáticos magnetotérmico de 4×160 A., 10 interruptores magnetotérmico de 4×25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación, bornes de salida.

1,00	987,43	987,43
------	--------	--------

## 02.08 Toma tierra

Toma de tierra para una resistencia de tierra  $R \leq 80$  Ohmios y una resistividad  $R = 150$  Ohm. Formado por arqueta de ladrillo macizo de 38×38×30 cm, tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D= 75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm y 200 cm. de profundidad, hincado en el terreno, línea t.t de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>., con abrazadera de pica.

1,00	104,56	104,56
------	--------	--------

## 02.09 Extintor polvo ABC

Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113 B, de 6 kg de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor.

5,00	96,50	482,50
------	-------	--------

## 02.10 Punto de anclaje fijo

Punto de anclaje fijo, en color, para trabajos en planos verticales, horizontales e inclinados, para anclaje o cualquier tipo de estructura mediante tacos químicos, tacos de barra de acero



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	inoxidable o tornillería.								

25,00	9,51	237,75
-------	------	--------

**02.11            Línea horizontal de seguridad**

Línea horizontal de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad con cuerda de 32 m para dispositivo anticaída, D= 14 mm., y anclaje antibloqueante de fijación de mosquetones de los cinturones i/desmontaje.

4,00	21,20	84,80
------	-------	-------

<b>TOTAL CAPÍTULO 02 Equipo de protección colectiva .....</b>	<b>9.855,46</b>
---	-----------------

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 03 Instalaciones higiene y bienestar

### 03.01 Alquiler caseta vestuarios-aseos

Alquiler de caseta prefabricada para el alojamiento de vestuarios y aseos durante 12 meses. Superficie 60 m<sup>2</sup>. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido auto-extinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm, interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm, con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8×2 m, de chapa galvanizada de 1 mm, reforzada y con poliestireno de 20 mm ventanas de aluminio anodizada corredera, contraventana de acero galvanizado.

1,00	2.520,00	2.520,00
------	----------	----------

### 03.02 Alquiler caseta comedor

Alquiler de caseta prefabricada para comedor durante 12 meses. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido auto-extinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm, interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm, con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8×2 m, de chapa galvanizada de 1 mm, reforzada y con poliestireno de 20 mm ventanas de aluminio anodizada corredera, contraventana de acero galvanizado. Incluye dos frigoríficos, dos calienta comidas y dos pilas para lavar platos.

1,00	2.520,00	2.520,00
------	----------	----------

### 03.03 Alquiler caseta oficina técnica

Alquiler de caseta prefabricada para oficina técnica y botiquín durante 12 meses. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm, interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm, con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8×2 m, de chapa galvanizada de 1 mm, reforzada y con poliestireno de 20 mm ventanas de aluminio anodizada corredera, contraventana de acero galvanizado. Incluye un pequeño aseo.

1,00	1.260,00	1.260,00
------	----------	----------

### 03.04 Alquiler mesas comedor



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Alquiler anual de mesa con capacidad para seis personas.								

---

5,00	159,60	798,00
------	--------	--------

**03.05      Taquilla metálica individual**

Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta.

---

30,00	50,59	1.517,70
-------	-------	----------

**03.06      Percha**

Percha para aseos o ducha.

---

30,00	2,26	67,80
-------	------	-------

**03.07      Espejo baño**

Espejo para vestuarios.

---

3,00	4,73	14,19
------	------	-------

**03.08      Jabonera+toallera**

Jabonera para baños con percha incorporada par toallas.

---

3,00	4,18	12,54
------	------	-------

**03.09      Secador automático**

Secador de manos automático por aire caliente.

---

2,00	86,10	172,20
------	-------	--------

**03.10      Mesa oficina**

Mesa para oficina 2 x 1 m.



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							1,00	126,00	126,00
<b>03.11</b>	<b>Silla oficina</b>								
	Silla de oficina con asiento y respaldo acolchado.						5,00	32,05	160,25
<b>03.12</b>	<b>Acometida provisional saneamiento</b>								
	Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m.						1,00	343,35	343,35
<b>03.13</b>	<b>Acometida provisional fontanería</b>								
	Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m, realizada con tubo de polietileno de 25 mm. De diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluidos derechos y permisos para la conexión.						1,00	181,90	181,90
<b>03.14</b>	<b>Acometida eléctrica</b>								
	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4×6 mm <sup>2</sup> . De tensión nominal 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m.						1,00	60,90	60,90
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 Instalaciones higiene y bienestar .....</b>									<b>9.754,83</b>



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 04 Medicina preventiva****04.01 Reconocimiento médico anual**

Reconocimiento anual básico a cada trabajador, compuesto por control de visión, audiometría, analítico de sangre y de orina.

30

30,00

30,00

50,93

1.527,90

**04.02 Botiquín primeros auxilios**

Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios.

1,00

251,16

251,16

<b>TOTAL CAPÍTULO 04 Medicina preventiva .....</b>	<b>1.779,06</b>
--	-----------------



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 05 Señalización****05.01 Panel señalización riesgos**

Panel de señalización de riesgos laborales, de prohibición y de obligatoriedad de utilización de EPIs colocada junto a caseta de vestuarios. Dimensiones 1,2 x 1,2 m.

1,00	336,00	336,00
------	--------	--------

**05.02 Carteles de peligro**

Carteles de PVC indicadores de peligro colocados junto a las zonas de trabajo de maquinarias y zanjas.

15,00	3,93	58,95
-------	------	-------

**05.03 Carteles de lucha contra incendios**

Carteles de PVC informando de la colocación de extintores.

10,00	3,93	39,30
-------	------	-------

**05.04 Carteles informativos**

Carteles de PVC informativos señalando la localización de botiquín de primeros auxilios.

10,00	3,93	39,30
-------	------	-------

**05.05 Cinta de balizamiento bicolor**

Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico.

200,00	0,71	142,00
--------	------	--------

<b>TOTAL CAPÍTULO 05 Señalización .....</b>	<b>615,55</b>
---	---------------



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 06 Mantenimiento de la obra****06.01 Costo mensual seguridad e higiene**

Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizado por un encargado.

12,00	55,79	669,48
-------	-------	--------

**06.02 Costo mensual conservación instalaciones provisionales**

Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de la obra, considerando 2 horas a la semana un oficial de 2ª.

12,00	31,50	378,00
-------	-------	--------

**06.03 Costo mensual comité de seguridad**

Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.

12,00	75,76	909,12
-------	-------	--------

<b>TOTAL CAPÍTULO 06 Mantenimiento de la obra .....</b>	<b>1.956,60</b>
---	-----------------

<b>TOTAL.....</b>	<b>27.587,55</b>
-------------------	------------------

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

### RESUMEN DEL PRESUPUESTO

01	Equipo protección individual .....							3.626,05	
02	Equipo de protección colectiva .....							9.855,46	
03	Instalaciones higiene y bienestar .....							9.754,83	
04	Medicina preventiva.....							1.779,06	
05	Señalización .....							615,55	
06	Mantenimiento de la obra .....							1.956,60	

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>27.587,55</b>
---------------------------------	------------------

6,00 % Gastos generales .....	1.655,25
-------------------------------	----------

6,00 % Beneficio industrial	1.655,25
-----------------------------	----------

SUMA DE G.G. y B.I.	3.310,50
---------------------	----------

8,00 % I.V.A.....	2.471,84
-------------------	----------

<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>33.369,89</b>
-----------------------------------	------------------

<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>33.369,89</b>
----------------------------------	------------------

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TREINTA Y TRES MIL TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Pamplona, a 9 de septiembre de 2011.

**El promotor**

**La dirección facultativa**



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

### **DOCUMENTO N° 6: PRESUPUESTO**

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

Tutor: Arturo Resano Lázaro

Pamplona, 9 de septiembre de 2011

## ÍNDICE

CAPÍTULO 01 Preparación del terreno.....	2
CAPÍTULO 02 Cimentación.....	4
CAPÍTULO 03 Estructura.....	12
CAPÍTULO 04 Impermeabilización.....	18
CAPÍTULO 05 Relleno de tierras.....	20
CAPÍTULO 06 Instalación de ventilación.....	21
CAPÍTULO 07 Instalación de protección contra incendios.....	23
CAPÍTULO 08 Estudio de seguridad y salud.....	25
RESUMEN.....	29

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 01 Preparación del terreno

### 01.01 m2 Desbroce del terreno y eliminación de la capa de asfalto

Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero. Incluye mano de obra.

2.500,00	0,61	1.525,00
----------	------	----------

### 01.02 m3 Excavación de vaciado

Excavación a cielo abierto, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero. Incluye mano de obra.

2.000m <sup>2</sup>	5,20m	10.400,00
---------------------	-------	-----------

10.400,00	13,85	144.040,00
-----------	-------	------------

### 01.03 m3 Excavación de zanjas para zapatas

Excavación en zanjas de las zapatas corridas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero. Incluye mano de obra.

Z1	19,280 m3	13,85	267,03
Z2	0,920 m3	13,85	12,74
Z3	27,090 m3	13,85	375,20
Z4	0,920 m3	13,85	12,74
Z5	6,600 m3	13,85	91,41
Z6	2,260 m3	13,85	31,30
Z7	37,210 m3	13,85	515,36
Z8	13,440 m3	13,85	186,14
Z9	13,440 m3	13,85	186,14
Z10	2,720 m3	13,85	37,67
Z11	0,920 m3	13,85	12,74
Z12	11,740 m3	13,85	162,60
Z13	0,920 m3	13,85	12,74





CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Z14	2,260 m3							13,85	31,30
Z15	8,480 m3							13,85	117,45
Z16	28,310 m3							13,85	392,09
Z17	23,630 m3							13,85	327,28
Z18	2,340 m3							13,85	32,41
Z19	24,720 m3							13,85	342,37
									3.146,71

**01.04 m3 Transporte de tierras a vertedero**

Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 20 km considerando ida y vuelta, con camión basculante y canon de vertedero. Incluye mano de obra.

10.650,00	3,15	33.547,50
-----------	------	-----------

<b>TOTAL CAPÍTULO 01 Preparación del terreno .....</b>	<b>182.259,21</b>
--	-------------------

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 02 Cimentación

### 02.01 Zapata 1

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	61,20	0,90	0,10	556,31	101,39
HA-25/P/20/IIa:	m <sup>3</sup>	61,20	0,90	0,35	3.301,36	171,25
Acero B-400 S	kg		1.002,54		781,98	0,78
						<hr/>
						4.639,65
						4.639,65

### 02.02 Zapata 2

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	3,30	0,80	0,10	26,66	101,39
HA-25/P/20/IIa:	m <sup>3</sup>	3,30	0,80	0,35	158,24	171,25
Acero B-400 S	kg		45,90		35,81	0,78
						<hr/>
						220,71
						220,71

### 02.03 Zapata 3

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	S.								
	Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	6,45	4,20	0,10	273,61		101,39	
	HA-25/P/20/IIa:	m <sup>3</sup>	6,45	4,20	1,00	4639,17		171,25	
	Acero B-400 S	kg			1.065,23	830,88		0,78	
								5.743,66	5.743,66

## 02.04 Zapata 4

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m³	3,30	0,80	0,10	26,66	101,39
HA-25/P/20/IIa:	m³	3,30	0,80	0,35	158,24	171,25
Acero B-400 S	kg			49,90	38,93	0,78
					223,83	223,83

## 02.05 Zapata 5

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	20,95	0,90	0,10	190,44		101,39	
HA-25/P/20/IIa:	m <sup>3</sup>	20,95	0,90	0,35	1130,13		171,25	
Acero B-400 Skg				512,30	399,59		0,78	

6

02.09 Zapata 9

3.226,87                      3.226,87

## 02.10 Zapata 10

664.63                      664.63

## 02.11 Zapata 11

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm2, consistenciaplástica Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.									
	Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	3,30	0,80	0,10	26,66		101,39	
	HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	3,30	0,80	0,35	158,24		171,25	
	Acero B-400 S	kg			46,11	35,97		0,78	
								220,87	220,87

## 02.12 Zapata 12

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm2, consistenciaplástica Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

	Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	6,45	2,80	0,10	182,41		101,39	
	HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	6,45	2,80	0,65	2.010,31		171,25	
	Acero B-400 S	kg			524,60	409,19		0,78	
								2.601,91	2.601,91

## 02.13 Zapata 13

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm2, consistenciaplástica Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

	Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	3,30	0,80	0,10	26,66		101,39	
	HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	3,30	0,80	0,35	158,24		171,25	

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Acero B-400 S	kg			46,10	35,96		0,78	
						220,86			220,86

#### 02.14 Zapata 14

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistencia plástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	6,45	1,00	0,10	65,15		101,39		
HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	6,45	1,00	0,35	386,60		171,25		
Acero B-400 S	kg			147,20	114,82		0,78		
						566,57			566,57

#### 02.15 Zapata 15

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistencia plástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	20,95	0,90	0,10	190,44		101,39		
HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	20,95	0,90	0,45	1.453,02		171,25		
Acero B-400 S	kg			664,00	517,92		0,78		
						2.161,38			2.161,38

#### 02.16 Zapata 16

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistencia plástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.								
	Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	27,22	1,30	0,10	357,40		101,39	
	HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	27,22	1,30	0,80	4.847,89		171,25	
	Acero B-400 S	kg			1.475,88	1.151,19		0,78	
							6.356,48		6.356,48

## 02.17 Zapata 17

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	35,00	1,50	0,10	530,25		101,39	
HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	35,00	1,50	0,45	4.045,79		171,25	
Acero B-400 S	kg			938,77	732,25		0,78	
							5.308,29	5.308,29

## 02.18 Zapata 18

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistenciaplástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	4,46	1,50	0,10	67,57		101,39	
HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	4,46	1,50	0,35	400,99		171,25	
Acero B-400 S	kg			102,31	79,80		0,78	



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							548,36		548,36

## 02.19 Zapata 19

Zapata corrida de hormigón armado. Hormigón de limpieza en masa HM-20 N/mm<sup>2</sup>, consistencia plástica T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

Hormigón de limpieza	m <sup>3</sup>	17,17	1,80	0,10	312,15		101,39		
HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	17,17	1,80	0,80	4234,13		171,25		
Acero B-400 S	kg			1.051,91	820,49		0,78		
							5.366,77		5.366,77

## 02.20 Solera

Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor realizado con HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Incluye mallazo de acero B-400 S de diámetro 8 mm, juntas y capa de mortero de nivelación.

Solera		1.121,86m <sup>2</sup>	0,15m		35.919,16		213,45		
							35.919,16		35.919,16

## 02.21 Mano de obra cimentación

Incluye encofradores, oficiales, operarios y todo el personal encargado de la realización de las operaciones de cimentación. Duración 2 meses. Número de operarios 30.

90.000

**TOTAL CAPÍTULO 02 Cimentación ..... 146.227,01**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 03 Estructura**
**03.01 Muro 1**

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	61,20	0,30	4,20	13.205,43	171,25	
						13.205,43	13.205,43

**03.02 Muro 2**

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	3,30	0,30	5,20	881,60	171,25	
						881,60	881,60

**03.03 Muro 3**

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	6,45	0,30	5,20	1.723,12	171,25	
						1.723,12	1.723,12

**03.04 Muro 4**

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	3,30	0,30	5,20	881,60	171,25	
						881,60	881,60

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.05	Muro 5								
Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.									
HA-25/P/20/IIa	m³	20,95	0,30	4,20	4.520,49		171,25		
							4.520,49		4.520,49
03.06	Muro 6								
Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.									
HA-25/P/20/IIa	m³	6,45	0,30	5,20	1.723,12		171,25		
							1.723,12		1.723,12
03.07	Muro 7								
Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.									
HA-25/P/20/IIa	m³	88,60	0,30	4,20	19.117,67		171,25		
							19.117,67		19.117,67
03.08	Muro 8								
Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.									
HA-25/P/20/IIa	m³	32,00	0,60	4,20	13.809,60		171,25		
							13.809,60		13.809,60
03.09	Muro 9								
Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm2, Tmáx. 20 mm, para ambiente									

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.								
HA-25/P/20/IIa		m <sup>3</sup>	32,00	0,60	4,20	13.809,60		171,25	
						13.809,60			13.809,60

### 03.10 Muro 10

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	9,70	0,30	4,20	2.093,02		171,25		
						2.093,02			2.093,02

### 03.11 Muro 11

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	3,30	0,30	5,20	881,60		171,25		
						881,60			881,60

### 03.12 Muro 12

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	6,45	0,30	5,20	1.723,12		171,25		
						1.723,12			1.723,12

### 03.13 Muro 13

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	3,30	0,30	5,20	881,60		171,25		
----------------	----------------	------	------	------	--------	--	--------	--	--

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

---

881,60 881,60

### 03.14 Muro 14

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	6,45	0,30	5,20	1723,12	171,25
----------------	----------------	------	------	------	---------	--------

---

1723,12 1723,12

### 03.15 Muro 15

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	20,95	0,30	4,20	4.525,49	171,25
----------------	----------------	-------	------	------	----------	--------

---

4.525,49 4.525,49

### 03.16 Muro 16

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	27,22	0,30	4,20	5.873,40	171,25
----------------	----------------	-------	------	------	----------	--------

---

5.873,40 5.873,40

### 03.17 Muro 17

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	35,00	0,30	4,20	7.552,13	171,25
----------------	----------------	-------	------	------	----------	--------

---

7.552,13 7.552,13

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

**03.18 Muro 18**

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	4,48	0,30	4,20	1.035,72		171,25		
								1.035,72	1.035,72

**03.19 Muro 19**

Muro de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>	17,17	0,30	4,20	3.704,86		171,25		
								3.704,86	3.704,86

**03.20 Armadura muros**

Total en kg del acero empleado para armar los muros. Acero B-400 S.

Acero B-400 S	kg				70.508,00	54.996,24	0,78		
								54.996,24	54.996,24

**03.21 Losa superior de hormigón armado**

Losa maciza de hormigón armado. Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

HA-25/P/20/IIa	m <sup>3</sup>				634,98	108.740,33	171,25		
Acero B-400 S	kg				63.413,00	49.462,14	0,78		
Alquiler gato hidráulico tramo ferroc.							8.500,00	8.500,00	

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

	Losa aux. para tramo ferroca.	32,00	7,80	0,60	25.646,40				171,25
--	-------------------------------	-------	------	------	-----------	--	--	--	--------

						183.848,87			183.848,87
--	--	--	--	--	--	------------	--	--	------------

### 03.22 Escaleras de emergencia

Hormigón armado HA-25 N / mm<sup>2</sup>, T<sub>máx.</sub> 20 mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE y EHE-08. Barras de acero corrugado B-400 S.

HA-25/P/20/IIa	m3					7,04	171,25	1205,60
----------------	----	--	--	--	--	------	--------	---------

Acero B-400 S	kg					480,00	0,78	374,40
---------------	----	--	--	--	--	--------	------	--------

						1580,00			1.580,00
--	--	--	--	--	--	---------	--	--	----------

### 03.23 Mano de obra estructura

Incluye encofradores, oficiales, operarios y todo el personal encargado de la realización de las operaciones de estructura del túnel. Duración 5 meses. Número de operarios 30.

									300.000
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------

<b>TOTAL CAPÍTULO 03 Estructura .....</b>									<b>640.091,40</b>
---	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 04 Impermeabilización y drenaje

### 04.01 m2 Membrana impermeabilizante

Lámina bituminosa de superficie autoprotegida tipo LBM (SBS) compuesta por una armadura de fieltro de poliéster, recubierta con un mástico de betún y acabada en su cara externa en gránulos de pizarra.

1.459,47	17,98	26.241,27
----------	-------	-----------

### 04.02 m2 Lámina asfáltica

Lámina autoadhesiva self-Dam BTM, compuesta por un mástico bituminoso de betún modificado con polímeros.

6507,57	12,56	81.735,08
---------	-------	-----------

### 04.03 m2 Geotextil

Lámina de nódulos fabricada a base de polietileno de alta densidad (PEAD) de color marrón unida por termofusión a un geotextil.

6507,57	9,32	60.650,55
---------	------	-----------

### 04.04 m Tubería porosa D=150 mm

Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) corrugado, de gran flexibilidad y perforado en todo su perímetro.

375,00	9,99	3.746,25
--------	------	----------

### 04.05 Bomba hidráulica

Electro-bomba centrífuga normalizada derivada de la norma DIN 24255. Incluye sistema de accionamiento automático compuesto por una boya de pvc.

2,00	2.355,70	4.711,40
------	----------	----------

### 04.06 Mano de obra impermeabilización y drenaje





CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

Incluye a todo el personal encargado de la realización de las operaciones de impermeabilización y drenaje. Duración 2 meses. Número de operarios 10.

40.000

**TOTAL CAPÍTULO 04 Impermeabilización ..... 217.084,55**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 05 Relleno de tierras</b>									
<b>05.01</b>	<b>m3 Tierra vegetal</b>								
	Material natural sin clasificar, compuesto por jal y tierra, de calidad buena, tamaño variable e ideal para relleno y nivelación de terrenos. El precio incluye el transporte.								
		380,00	1,00	1,50		570,00			
							570,00	71,45	40.726,50
<b>05.02</b>	<b>m3 Grava diámetro 40 mm</b>								
	Grava media de cantera de piedra calcárea para drenajes. En el precio se incluye el transporte.								
		380,00	2,00	2,00		1.520,00			
							1.520,00	40,11	60.967,20
<b>05.03</b>	<b>m3 Grava diámetro 5 mm</b>								
	Grava fina de cantera de piedra calcárea para drenajes. En el precio se incluye el transporte.								
		380,00	2,00	2,50		1.900,00			
							1.900,00	33,59	63.821,00
<b>05.04</b>	<b>m2 Operaciones de nivelación y compactación</b>								
	Compactación del material de relleno mediante apisonadora de rodillos lisos y compactador de ruedas neumáticas. El precio incluye la mano de obra.								
							2.000,00	13,75	27.500
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 Relleno de tierras.....</b>									<b>193.014,70</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 06 Instalación de ventilación

### 06.01 Caja ventilación CVT 320/320

Caja centrífuga de ventilación serie Centribox, modelo CVT-320/320 de la casa comercial Soler y Palau, capaz de proporcionar un caudal de 8400 m<sup>3</sup>/h.

1,00	2.987,30	2.987,30
------	----------	----------

### 06.02 Caja ventilación CVT 320/240

Caja centrífuga de ventilación serie Centribox, modelo CVT-320/240 de la casa comercial Soler y Palau, capaz de proporcionar un caudal de 7500 m<sup>3</sup>/h.

1,00	2.386,75	2.386,75
------	----------	----------

### 06.03 Unidad de extracción CJMP 1640

Unidad de extracción CJMP-1640.4T-7,5, de la casa comercial Palau y Soler, con capacidad de extracción hasta 9000 m<sup>3</sup>/h.

1,00	4.366,87	4.366,87
------	----------	----------

### 06.04 Unidad de extracción CJMP 1435

Unidad de extracción CJMP-1435.4T-5,5, de la casa comercial Palau y Soler, con capacidad de extracción hasta 7500 m<sup>3</sup>/h.

1,00	3.714,95	3.714,95
------	----------	----------

### 06.05 Codo D = 630 mm

Codo 90° de diámetro 630 mm. Casa comercial Brinner.

2,00	200,00	400,00
------	--------	--------

### 06.06 m Conducto helicoidal D = 700 mm

Tubo helicoidal galvanizado de diámetro 700 mm. Casa comercial Brinner, modelo SR.

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							222,00	97,85	21.722,70
<b>06.07</b>	<b>m Conducto helicoidal D = 630 mm</b>								
	Tubo helicoidal galvanizado de diámetro 630 mm. Casa comercial Brinner, modelo SR.								
							159,00	79,75	12.680,25
<b>06.08</b>	<b>Rejillas</b>								
	Rejilla de chapa galvanizada para conducto circular da la casa comercial Brinner. Medidas de la rejilla 525x75 mm. Tornillos para el montaje incluidos.								
							68,00	59,79	4.065,72
<b>06.09</b>	<b>Pulsadores marcha-paro</b>								
	Pulsador de marcha/paro para instalación de ventilación.								
							8,00	12,05	96,40
<b>06.10</b>	<b>Mano de obra instalación de ventilación</b>								
	Incluye a todo el personal encargado de la realización de las operaciones la instalación de ventilación. Duración 1 mes. Número de operarios 10.								
									20.000
<b>TOTAL CAPÍTULO 06 Instalación de ventilación.....</b>									<b>72.420,94</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 07 Instalación de protección contra incendios

### 07.01 Puerta emergencia 2,2 m x1 m

Puerta de emergencia de 2,2x 1 m en doble chapado, 3 bisagras, lana mineral de roca y anticorrosivo.

2,00	1.255,35	2.510,70
------	----------	----------

### 07.02 Extintor ABC 9kg

.Extintor de 9 kg de capacidad de polvo polivalente ABC. Eficacia mínima 21 A.

6,00	96,50	579,00
------	-------	--------

### 07.03 Pulsadores emergencia

Pulsador de alarma tipo rearmable con tapa de plástico basculante totalmente instalado y cableado.

14,00	30,44	426,16
-------	-------	--------

### 07.04 Alumbrado de emergencia

Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente 8W-G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP 65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h.

28,00	121,27	3.395,56
-------	--------	----------

### 07.05 Señalización (extintores, salidas, pulsadores)

Rótulos de material plástico autoadhesivo de dimensión 20 ×30 cm.

22,00	4,15	91,30
-------	------	-------

### 07.06 Mano de obra instalación de protección contra incendios

Incluye a todo el personal encargado de la realización de las operaciones la instalación de



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	protección contra incendios. Duración 1 mes. Número de operarios 7.								

14.000

**TOTAL CAPÍTULO 07 Instalación de protección contra incendios ..... 21.002,72**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

## CAPÍTULO 08 Estudio de seguridad y salud

### 08.01 Equipo de protección individual

P01	30,00	Casco de seguridad					11,48	344,40
P02	30,00	Casco de protección auditiva					18,20	546,00
P03	30,00	Gafas antipolvo					1,95	58,50
P04	30,00	Gafas anti-impacto					3,10	93,00
P05	3,00	Yelmo de soldadura					26,22	78,66
P06	300,00	Mascarilla de papel filtrante					0,21	63,00
P07	2,00	Cinturón de seguridad					12,34	24,68
P08	20,00	Cinturón antivibratorio					11,78	235,60
P09	3,00	Mandil de cuero					4,11	12,33
P10	3,00	Manguitos de cuero					3,68	11,04
P11	3,00	Polainas de cuero					3,68	11,04
P12	30,00	Trajes de trabajo					15,96	478,80
P13	30,00	Trajes de trabajo impermeable					10,63	318,90
P14	30,00	Guantes cuero loneta					2,26	67,80
P15	30,00	Guantes impermeables					2,21	66,30
P16	5,00	Guantes aislantes					3,47	17,35
P17	30,00	Botas de seguridad					19,45	583,50
P18	30,00	Botas impermeables					10,49	314,70
P19	5,00	Botas aislantes					27,75	138,75
P20	30,00	Peto reflectante					4,55	136,50
P21	3,00	Arnés de seguridad					8,40	25,20

3.626,05

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>08.02</b>	<b>Equipo de protección colectiva</b>								
P22	128,00 m Red de seguridad							8,62	1.103,36
P23	54,00 m Alquiler de andamio tubular metálico							18,46	996,84
P24	32,00 m Pasarela de seguridad							44,38	1.420,16
P25	32,00 m Barandillas							15,47	495,04
P26	320,00 m Alquiler valla metálica							11,92	3.814,40
P27	1,00 Transformador de seguridad							128,62	128,62
P28	1,00 Cuadro general de obra							987,43	987,43
P29	1,00 Toma tierra							104,56	104,56
P30	5,00 Extintor ABC							96,50	482,50
P31	25,00 Punto de anclaje fijo							9,51	237,75
P32	4,00 m Línea horizontal de seguridad							21,20	84,80
									9.855,46

**08.03 Instalaciones de higiene y bienestar**

P33	1,00 Alquiler caseta vestuarios aseos							2.520,00	2.520,00
P34	1,00 Alquiler caseta comedor							2.520,00	2.520,00
P35	1,00 Alquiler caseta oficina técnica							1.260,00	1.260,00
P36	5,00 Alquiler mesas comedor							159,60	798,00
P37	30,00 Taquilla metálica individual							50,59	1.517,70
P38	30,00 Percha							2,26	67,80
P39	3,00 Espejo baño							4,73	14,19
P40	3,00 Jabonera + toallera							4,18	12,54
P41	2,00 Secador automático							86,10	172,20



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
P42	1,00	Mesa oficina						126,00	126,00
P43	5,00	Silla oficina						32,05	160,25
P44	1,00	Acometida provisional saneamiento						343,35	343,35
P45	1,00	Acometida provisional fontanería						81,90	181,90
P46	1,00	Acometida eléctrica						0,90	60,90
								9.754,83	9.754,83

**08.04 Medicina preventiva**

P47	30,00	Reconocimiento médico anual						50,93	1.527,90
P48	1,00	Botiquín primeros auxilios						251,16	251,16
									1.779,06

**08.05 Señalización**

P49	1,00	Panel señalización riesgos						336,00	336,00
P50	15,00	Carteles de peligro						3,93	58,95
P51	10,00	Carteles de lucha contra incendios						3,93	39,30
P52	10,00	Carteles informativos						3,93	39,30
P53	200,00 m	Cinta de balizamiento bicolor						0,71	142,00
									615,55

**08.06 Mantenimiento de obra**

P54	12,000	Costo mensual de seguridad e higiene						55,79	669,48
P55	12,000	Costo mensual conserv. de instal. provisionales						31,50	378,00



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
P56	12,000	Costo mensual comité de seguridad						75,76	909,12
									1.956,60
<b>TOTAL CAPÍTULO 08 Estudio de seguridad y salud .....</b>									<b>27.587,55</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

### RESUMEN

01	Preparación del terreno.....							182.259,21	
02	Cimentación.....							146.227,01	
03	Estructura.....							640.091,40	
04	Impermeabilización .....							217.084,55	
05	Relleno de tierras .....							193.014,70	
06	Instalación de ventilación .....							72.420,94	
07	Instalación de protección contra incendios.....							21.002,72	
08	Estudio de seguridad y salud .....							27.587,55	
	Total capítulos.....							1.499.688,08	

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.499.688,08</b>
---------------------------------	---------------------

6,00 % Gastos generales.....	89.981,29
------------------------------	-----------

6,00 % Beneficio industrial.	89.981,29
------------------------------	-----------

SUMA DE G.G. y B.I.	179.962,58
---------------------	------------

8,00 % I.V.A. ....	134.372,06
--------------------	------------

<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>1.814.022,72</b>
-----------------------------------	---------------------

<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>1.814.022,72</b>
----------------------------------	---------------------

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN OCHOCIENTOS CATORCE MIL VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

Pamplona, a 9 de Septiembre de 2011.

**El promotor**

**La dirección facultativa**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO Y CÁLCULO DE UN TÚNEL SUBTERRÁNEO DE  
HORMIGÓN ARMADO PARA EL TRANSPORTE DE  
CARROCERÍAS ENTRE DOS NAVES DE UNA PLANTA DE  
FABRICACIÓN DE AUTOMÓVILES”

## DOCUMENTO N° 7: BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Javier Ayábar Jiménez

Tutor: Arturo Resano Lázaro

Pamplona, 9 de septiembre de 2011



## ÍNDICE

1 LIBROS CONSULTADOS.....	2
2 NORMATIVA.....	3
3 CATÁLOGOS.....	4
4 PÁGINAS WEB.....	5
5 PROGRAMAS UTILIZADOS.....	6



## **1 LIBROS CONSULTADOS**

- “MANUAL DE TÚNELES”. López Gimeno, C. Entorno Gráfico, Madrid 1996.
- “CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. ADAPTADO A LAS INSTRUCCIONES EHE, EFHE, NCSC-02 Y CTE”. Pascual Urbán Brotons.
- “CONCCIÓN INDUSTRIAL”. Daniel Narro Bañales. UPNA 2009
- “MUROS DE CONTENCIÓN Y DE SÓTANO”. José Calavera Ruiz. Ed. Intemac, 2001.
- “TEORÍA DE ESTRUCTURAS” Jesús Zurita Garbosa. UPNA 2003.
- “RESISTENCIA DE MATERIALES” Luis Ortiz Berrocal. Ed. McGrawHill 2007.
- “TOPOGRAFÍA SUBTERRÁNEA PARA MINERÍA Y OBRAS” Miquel Estruch Serra, Ana Tapia Gómez. Ed. Universitat Politècnica de Catalunya.
- “CÁLCULO DE CONDUCTOS DE AIRE”. A. Fontanals. Ed. CEAC, 1997.
- “VENTILACIÓN INDUSTRIAL” E. Carnicer. Ed. Paraninfo, 1994.



## **2 NORMATIVA**

- Código Técnico de la Edificación (CTE 2010)
- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Instrucción de acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril (IAPF 2007).
- Norma NCSE-02. Norma de construcción Sismorresistente
- Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Ley 31/95 del 8 de Noviembre: Prevención de Riesgos Laborales.
- Norma Tecnológica de la Edificación, Recubrimiento de Suelos-Soleras (NTE-RSS).
- Real Decreto 2267/2004. Seguridad Contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 1027/2007. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 312/2005. Productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia al fuego.
- Plan Municipal Cendea de Olza.
- Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal (PSIS).
- Modificación del Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal (MPSIS).
- Normas Urbanísticas Comarcales de Pamplona (NUC).

### **3 CATÁLOGOS**

#### **-Instalación ventilación**

- Manual de ventilación de la empresa SOLER & PALAU y Salvador Escoda S.A.
- Manual de ventilación de la empresa BRINNER S.A.
- Prontuario de la empresa CIATESA S.A.
- Manual de la empresa QUNTEC S.A.

#### **-Impermeabilización y drenaje**

- Manual de la empresa DANOSA S.A.
- Manual de la empresa EBARA S.A.
- Manual de la empresa IDEAL S.A.

#### **-Juntas de dilatación**

- Manual de la empresa COMACE IMPORT S.L.





## **4 PÁGINAS WEB**

- [www.sika.es](http://www.sika.es) – Impermeabilización de túneles.
- [www.danosa.com](http://www.danosa.com) – Impermeabilización y drenaje de túneles.
- [www.fichet.es](http://www.fichet.es) – Sistemas de protección contra incendios.
- [www.lafortaleza.com](http://www.lafortaleza.com) – Sistemas de protección contra incendios.
- [www.comaceimport.com](http://www.comaceimport.com) – Juntas de dilatación.
- [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com) – Construcción.
- [www.cype.es](http://www.cype.es) – Página oficial de Cype Ingenieros en España.
- [www.siun.navarra.es](http://www.siun.navarra.es) – Portal de información sobre Navarra.
- [www.sitna.cfnavarra.es](http://www.sitna.cfnavarra.es) – Sistema de información territorial de Navarra.
- [www.soloarquitectura.com](http://www.soloarquitectura.com) - Foro de consulta.
- [www.soloingenieria.com](http://www.soloingenieria.com) – Foro de consulta.
- [www.bloquesautocad.com](http://www.bloquesautocad.com) – Bloques de Autocad.
- [www.bibliocad.com](http://www.bibliocad.com) - Bloques de Autocad.
- [www.galiciacad.com](http://www.galiciacad.com) - Bloques de Autocad.



## **5 PROGRAMAS UTILIZADOS**

- Microsoft Office Word 2003.
- Microsoft Office Excel 2003.
- Microsoft Office PowerPoint 2003
- Cype Ingenieros 2009.
- Autocad 2005.
- Presto 8.8.
- Cute PDF.